

日 本 国 特 許 庁  
JAPAN PATENT OFFICE

02.04.03

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office

出 願 年 月 日  
Date of Application:

2002年 4月 2日

出 願 番 号  
Application Number:

特願2002-099855

[ST.10/C]:

[JP2002-099855]

出 願 人  
Applicant(s):

旭化成株式会社

REC'D 05 JUN 2003

WIPO PCT

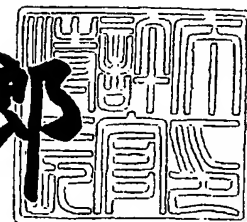
PRIORITY  
DOCUMENT

SUBMITTED OR TRANSMITTED IN  
COMPLIANCE WITH RULE 17.1(a) OR (b)

2003年 5月13日

特 許 庁 長 官  
Commissioner,  
Japan Patent Office

太田 信一郎



出証番号 出証特2003-3035762

【書類名】 特許願

【整理番号】 B02022

【提出日】 平成14年 4月 2日

【あて先】 特許庁長官殿

【国際特許分類】 G01C 21/00

【発明者】

【住所又は居所】 神奈川県厚木市岡田 3 0 5 0 番地 旭化成株式会社内

【氏名】 疋田 浩一

【発明者】

【住所又は居所】 神奈川県厚木市岡田 3 0 5 0 番地 旭化成株式会社内

【氏名】 山下 昌哉

【発明者】

【住所又は居所】 静岡県富士市鮫島 2 番地の 1 旭化成株式会社内

【氏名】 福本 博文

【特許出願人】

【識別番号】 000000033

【氏名又は名称】 旭化成株式会社

【代表者】 山本 一元

【代理人】

【識別番号】 100066980

【弁理士】

【氏名又は名称】 森 哲也

【選任した代理人】

【識別番号】 100075579

【弁理士】

【氏名又は名称】 内藤 嘉昭

【選任した代理人】

【識別番号】 100103850

【弁理士】

【氏名又は名称】 崔 秀▲てつ▼

【先の出願に基づく優先権主張】

【出願番号】 特願2001-350539

【出願日】 平成13年11月15日

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 001638

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 9902179

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 傾斜角センサおよびその製造方法

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 表面にピエゾ抵抗が形成され、撓み可能な厚みまで裏面全体が均一に研削された基板と、

前記基板の少なくとも一端で前記基板を支持する支持部材とを備えることを特徴とする傾斜角センサ。

【請求項 2】 前記ピエゾ抵抗形成面の変位可能領域に配置された錘部材をさらに備えることを特徴とする請求項 1 記載の傾斜角センサ。

【請求項 3】 前記ピエゾ抵抗は、前記基板の表面に 2 次元的に配置されていることを特徴とする請求項 1 または 2 記載の傾斜角センサ。

【請求項 4】 前記ピエゾ抵抗は、前記基板の撓み量を検出するよう前記基板の表面に配置されたピエゾ抵抗と、前記基板の捻れ量を検出するよう前記基板の表面に配置されたピエゾ抵抗とを備えることを特徴とする請求項 3 記載の傾斜角センサ。

【請求項 5】 変位可能な自由表面を有する 6 面体短冊形弾性体と、

前記 6 面体短冊形弾性体の同一面上の長手方向に少なくとも 2 個所以上設けられ、少なくとも 1 つは前記自由表面上に配置されたピエゾ抵抗と、

前記 6 面体短冊形弾性体の長手方向の両端を支持する支持部材と、

前記 6 面体短冊形弾性体の変位可能領域の長手方向のほぼ中央に設けられた錘部材とを備えることを特徴とする傾斜角センサ。

【請求項 6】 変位可能な自由表面を有する 6 面体短冊形弾性体と、

前記 6 面体短冊形弾性体の同一面上の長手方向に少なくとも 2 個所以上設けられ、少なくとも 1 つは前記自由表面上に配置されたピエゾ抵抗と、

前記 6 面体短冊形弾性体の長手方向の一端を支持する支持部材と、

前記 6 面体短冊形弾性体の長手方向の他端に設けられた錘部材とを備えることを特徴とする傾斜角センサ。

【請求項 7】 前記支持部材および前記錘部材の少なくとも一方は、前記 6 面体短冊形弾性体と長さおよび幅の少なくとも一方が同一であることを特徴とす

る請求項 5 または 6 記載の傾斜角センサ。

【請求項 8】 前記 6 面体短冊形弾性体はシリコン基板であり、前記ピエゾ抵抗は前記シリコン基板に形成された不純物拡散層であることを特徴とする請求項 5～7 のいずれか 1 項記載の傾斜角センサ。

【請求項 9】 前記 6 面体短冊形弾性体はシリコン基板であり、  
前記支持部材は、

凹部が形成され、前記シリコン基板と陽極接合可能な材料で構成されたガラス基板と、

前記凹部に埋め込まれ、前記シリコン基板との陽極接合を妨げる埋め込み部材とを備えることを特徴とする請求項 8 記載の傾斜角センサ。

【請求項 10】 前記 6 面体短冊形弾性体の同一平面上に、前記 6 面体短冊形弾性体の撓み量を検出するよう配置されたピエゾ抵抗と、前記 6 面体短冊形弾性体の捻れ量を検出するよう配置されたピエゾ抵抗とを備えることを特徴とする請求項 5～9 のいずれか 1 項記載の傾斜角センサ。

【請求項 11】 ウエハ表面上に 2 個所以上のピエゾ抵抗を形成する工程と

前記ウエハの裏面全体を均一に研削する工程と、

凹部の形成された支持基板を、前記ピエゾ抵抗の形成領域が凹部エッジ近傍で凹部内側になるように、前記ウエハの裏面に貼り合わせる工程と、

前記ピエゾ抵抗形成面が前記凹部の両側で支えられるように、前記ウエハおよび前記支持基板を一括してチップ状に切断する工程とを備えることを特徴とする傾斜角センサの製造方法。

【請求項 12】 凸部の形成された鍍基板を、前記凸部が前記ピエゾ抵抗形成面の変位可能領域のほぼ中央に配置されるように、前記ウエハの表面に貼り合わせる工程をさらに備え、

前記鍍基板、前記ウエハおよび前記支持基板は、チップ状に一括して切断されることを特徴とする請求項 11 記載の傾斜角センサの製造方法。

【請求項 13】 ウエハ表面上に 2 個所以上のピエゾ抵抗を形成する工程と

前記ウエハの裏面全体を均一に研削する工程と、

凹部の形成された支持基板を、前記ピエゾ抵抗の形成領域が凹部エッジ近傍で凹部内側になるように、前記ウエハの裏面に貼り合わせる工程と、

前記ピエゾ抵抗形成面の変位可能領域のほぼ中央に台座を配置する工程と、

前記ピエゾ抵抗形成面の変位可能領域が前記凹部の両側で支えられるように、前記台座が配置されたウエハおよび前記支持基板を一括してチップ状に切断する工程と、

前記台座上に錘部材を配置する工程とを備えることを特徴とする傾斜角センサの製造方法。

【請求項 1 4】 ウエハ表面上に 2 個所以上のピエゾ抵抗を形成する工程と

、  
前記ウエハの裏面全体を均一に研削する工程と、

凹部の形成された支持基板を、前記凹部の一方の位置が前記ピエゾ抵抗形成領域のエッジ近傍で前記凹部の内側であり、前記凹部の他方が前記ウエハのスクライブラインにかかるように、前記ウエハの裏面に貼り合わせる工程と、

前記ピエゾ抵抗形成面の変位可能領域に台座を配置する工程と、

前記ピエゾ抵抗形成面が前記凹部の片側で支えられるように、前記台座が配置されたウエハおよび前記支持基板を一括してチップ状に切断する工程と、

前記台座上に錘部材を配置する工程とを備えることを特徴とする傾斜角センサの製造方法。

【請求項 1 5】 ウエハ表面上に 2 個所以上のピエゾ抵抗を形成する工程と

、  
前記ウエハの裏面全体を均一に研削する工程と、

凹部の形成された支持基板を、前記ピエゾ抵抗の形成領域が凹部エッジ近傍で凹部内側になるように、前記ウエハの裏面に貼り合わせる工程と、

凸凹の形成された錘基板を、凸部が 2 チップ間隔でスクライブラインに跨るように、前記ウエハの表面に貼り合わせる工程と、

前記錘基板の凹部の一部を前記スクライブラインと平行に切り落とす工程と、

前記ピエゾ抵抗形成面の一端が前記支持基板の凹部の片側で支えられるとともに

に、前記錘基板の凸部が前記ピエゾ抵抗形成面に配置されるように、前記錘基板、前記ウエハおよび前記支持基板を一括してチップ状に切断する工程とを備えることを特徴とする傾斜角センサの製造方法。

【請求項 1 6】 前記研削は、研磨またはエッチング、あるいはそれらの組み合わせであることを特徴とする請求項 1 1 ～ 1 5 のいずれか 1 項記載の傾斜角センサの製造方法。

【発明の詳細な説明】

【0 0 0 1】

【発明の属する技術分野】

本発明は傾斜角センサおよびその製造方法に関し、特に、半導体 2 軸加速度傾斜センサに適用して好適なものである。

【0 0 0 2】

【従来の技術】

従来の傾斜角センサとしては、傾斜時の応力に起因するピエゾ抵抗の抵抗変化に基づいて、傾斜角を測定する方法があった。

図 2 7 ( a ) は、従来の傾斜角センサの概略構成を示す斜視図、図 2 7 ( b ) は、従来の傾斜角センサの概略構成を示す断面図、図 2 7 ( c ) は、従来の傾斜角センサのピエゾ抵抗の部分を拡大して示す断面図である。

【0 0 0 3】

図 2 7 において、シリコン基板 2 0 1 上には、ピエゾ抵抗 R が形成され、ピエゾ抵抗 R の配置領域には、ピエゾ抵抗 R が応力を受け易くするために、シリコン基板 2 0 1 を裏面からエッチングして形成された変位部 2 0 1 c が設けられている。

また、シリコン基板 2 0 1 の周囲には、変位部 2 0 1 c を支持するための支持部 2 0 1 a が形成されるとともに、シリコン基板 2 0 1 の中央には、変位部 2 0 1 c を変形させるための錘部 2 0 1 b が形成されている。

【0 0 0 4】

ここで、支持部 2 0 1 a 、錘部 2 0 1 b および変位部 2 0 1 c は、5 0 0  $\mu$  m 程度の厚みのシリコン基板 2 0 1 を、裏面から選択的にエッチングすることによ

り形成され、支持部 2 0 1 a と錘部 2 0 1 b との間が変位部 2 0 1 c で架橋されるように構成される。

そして、シリコン基板 2 0 1 が傾くと、図 2 7 (c) に示すように、変位部 2 0 1 c が変形し、ピエゾ抵抗 R に応力が加わって、ピエゾ抵抗 R の抵抗値が変化する。

#### 【0005】

このため、ピエゾ抵抗 R の抵抗値の変化を検出することにより、傾斜角センサの傾きを求めることができる。

図 2 8 (a) は、従来の傾斜角センサの X、Y 方向への加速時における各ピエゾ抵抗の増減を示す図、図 2 8 (b) は、従来の傾斜角センサの Z 方向への加速時における各ピエゾ抵抗の増減を示す図である。

#### 【0006】

図 2 8 (a) において、傾斜角センサが X、Y 方向へ加速されると、X、Y 方向への力  $F_X$ 、 $F_Y$  が錘部 2 0 1 b にかかり、錘部 2 0 1 b が X、Y 方向に移動しようとする。このため、変位部 2 0 1 c が変形し、ピエゾ抵抗 R 1、R 3 には引張応力、ピエゾ抵抗 R 2、R 4 には圧縮応力が加わり、これらの応力に従って、ピエゾ抵抗 R 1 ~ R 4 の抵抗値が増減する。

#### 【0007】

一方、図 2 8 (b) において、傾斜角センサが Z 方向へ加速されると、Z 方向への力  $F_Z$  が錘部 2 0 1 b にかかり、錘部 2 0 1 b が Z 方向に移動しようとする。このため、変位部 2 0 1 c が変形し、ピエゾ抵抗 R 2、R 3 には引張応力、ピエゾ抵抗 R 1、R 4 には圧縮応力が加わり、これらの応力に従って、ピエゾ抵抗 R 1 ~ R 4 の抵抗値が増減する。

#### 【0008】

従って、これらのピエゾ抵抗 R 1 ~ R 4 からなるホイートストンブリッジ回路を形成することにより、傾斜角センサの傾きを求めることができる。

また、従来の傾斜角センサとしては、四隅をシリコンのばねで吊るした可動部分を持ち、固定部分との間にコンデンサを形成して、可動部分の移動による容量変化を測定する方法もある。



【0009】

【発明が解決しようとする課題】

しかしながら、従来の傾斜角センサは、変位部201cを形成するために、500 $\mu$ m程度の厚みのシリコン基板を数十 $\mu$ m程度にまで選択的にエッチングする必要があり、製造工程が複雑化して、コストアップになるという問題があった。

【0010】

また、シリコンのばねを用いる方法では、ばねおよびコンデンサを1~2 $\mu$ m程度の微細加工で形成する必要があり、コストアップになるという問題があった。

また、従来の傾斜角センサでは、シリコン基板を選択的にエッチングして、支持部201a、錘部201bおよび変位部201cが形成されるため、傾斜角センサの構成が複雑化し、傾斜角センサが衝撃に弱くなるという問題もあった。

【0011】

そこで、本発明の目的は、piezo抵抗が形成された基板を選択的にエッチングすることなく、piezo抵抗効果を利用して傾斜角を測定することが可能な傾斜角センサおよびその製造方法を提供することである。

【0012】

【課題を解決するための手段】

上述した課題を解決するために、請求項1記載の傾斜角センサによれば、表面にpiezo抵抗が形成され、撓み可能な厚みまで裏面全体が均一に研削された基板と、前記基板の少なくとも一端で前記基板を支持する支持部材とを備えることを特徴とする。

【0013】

これにより、piezo抵抗が形成された基板の裏面全体を単に研削するだけで、変位部を形成することが可能となり、変位部を形成するために、フォトリソグラフィ技術を用いた選択的なエッチングを行なう必要がなくなる。

このため、傾斜角センサの構成および製造工程を簡易化して、傾斜角センサのコストを下げる事が可能となるとともに、衝撃に対する耐性も向上させること

が可能となる。

【0014】

また、請求項2記載の傾斜角センサによれば、前記piezo抵抗形成面の変位可能領域に配置された錘部材をさらに備えることを特徴とする。

これにより、piezo抵抗が形成された基板を選択的にエッチングすることなく、piezo抵抗が形成された基板上に錘部材を設けることができ、傾斜角センサの製造工程の複雑化を抑制しつつ、傾斜角センサの検出感度を向上させることができる。

【0015】

また、請求項3記載の傾斜角センサによれば、前記piezo抵抗は、前記基板の表面に2次元的に配置されていることを特徴とする。

これにより、厚みが均一な基板を用いた場合においても、異なる方向の傾斜角を1つの傾斜角センサで検出することや、ブリッジ回路を構成して検出精度を向上させることが可能となる。

【0016】

また、請求項4記載の傾斜角センサによれば、前記piezo抵抗は、前記基板の撓み量を検出するよう前記基板の表面に配置されたpiezo抵抗と、前記基板の捻れ量を検出するよう前記基板の表面に配置されたpiezo抵抗とを備えることを特徴とする。

これにより、厚みが均一化された基板を用いた場合においても、同一面上にpiezo抵抗を配置することで、2軸方向の傾斜角を検出することが可能となり、2軸傾斜角センサの構成および製造工程を簡易化して、2軸傾斜角センサのコストダウンを図ることが可能となる。

【0017】

また、請求項5記載の傾斜角センサによれば、変位可能な自由表面を有する6面体短冊形弾性体と、前記6面体短冊形弾性体の同一面上の長手方向に少なくとも2個所以上設けられ、少なくとも1つは前記自由表面上に配置されたpiezo抵抗と、前記6面体短冊形弾性体の長手方向の両端を支持する支持部材と、前記6面体短冊形弾性体の変位可能領域の長手方向のほぼ中央に設けられた錘部材とを

備えることを特徴とする。

【0018】

これにより、6面体短冊形弾性体に支持部材および錘部材を後付けすることで、傾斜角センサを製造することができ、ピエゾ抵抗が形成された基板を選択的にエッチングする必要がなくなることから、傾斜角センサの構成および製造工程を簡易化して、傾斜角センサのコストを下げることが可能となるとともに、衝撃に対する耐性も向上させることが可能となる。

【0019】

また、請求項6記載の傾斜角センサによれば、変位可能な自由表面を有する6面体短冊形弾性体と、前記6面体短冊形弾性体の同一面上の長手方向に少なくとも2個所以上設けられ、少なくとも1つは前記自由表面上に配置されたピエゾ抵抗と、前記6面体短冊形弾性体の長手方向の一端を支持する支持部材と、前記6面体短冊形弾性体の長手方向の他端に設けられた錘部材とを備えることを特徴とする。

【0020】

これにより、6面体短冊形弾性体に支持部材および錘部材を後付けすることで、傾斜角センサを製造することが可能となるとともに、支持部材と錘部材との距離を大きくして、検出感度を上げることが可能となり、傾斜角センサの構成および製造工程を簡易化して、傾斜角センサのコストを下げることが可能となるとともに、傾斜角センサの特性を向上させて、傾斜角センサの小型化を図ることが可能となる。

【0021】

また、請求項7記載の傾斜角センサによれば、前記支持部材および前記錘部材の少なくとも一方は、前記6面体短冊形弾性体と長さおよび幅の少なくとも一方が同一であることを特徴とする。

これにより、支持部材または前記錘部材と、6面体短冊形弾性体とを一括して切断することが可能となり、支持部材または前記錘部材と、6面体短冊形弾性体とをウエハ状態のまま貼り合わせ、これらの部材を一体的にペレット化することが可能となることから、傾斜角センサの生産性を向上させて、傾斜角センサのコ

ストを下げる事が可能となる。

【0022】

また、請求項8記載の傾斜角センサによれば、前記6面体短冊形弾性体はシリコン基板であり、前記piezo抵抗は前記シリコン基板に形成された不純物拡散層であることを特徴とする。

これにより、イオン注入を選択的行なうだけで、複数のpiezo抵抗を一括してシリコン基板に形成することができ、傾斜角センサの製造工程を簡易化して、傾斜角センサのコストを下げる事が可能となる。

【0023】

また、請求項9記載の傾斜角センサによれば、前記6面体短冊形弾性体はシリコン基板であり、前記支持部材は、凹部が形成され、前記シリコン基板と陽極接合可能な材料で構成されたガラス基板と、前記凹部に埋め込まれ、前記シリコン基板との陽極接合を妨げる埋め込み部材とを備えることを特徴とする。

これにより、シリコン基板との間に電圧をかけるだけで、シリコン基板と支持部材とを強固に接合することができ、過酷な環境で使用した場合においても、支持部材がシリコン基板から脱落することを防止することが可能となるとともに、接着剤を用いることなく、支持部材とシリコン基板とを接合することが可能となることから、接合時に接着剤がはみ出すことを防止して、高精度の傾斜角センサを容易に製造することができる。

【0024】

また、支持部材の表面を平坦化することができ、シリコン基板の裏面に空洞が形成されることを防止することが可能となることから、シリコン基板上に加重がかかったり、シリコン基板に衝撃が加わったりした場合においても、シリコン基板の裏面全体を支持部材で支えることができる。

このため、シリコン基板上に錘を設ける際のシリコン基板の割れを防止して、傾斜角センサの製造コストを低下させることが可能となるとともに、傾斜角センサの耐衝撃性を向上させて、傾斜角センサの使い勝手を向上させることが可能となる。

【0025】

また、6面体短冊形弾性体と支持部材とを接合する場合においても、シリコン基板との間に電圧をかけるだけで、シリコン基板と支持部材とを部分的に接合することができ、シリコン基板と支持部材とが埋め込み部材の位置で離れることを可能とすることができる。

このため、支持部材の表面を平坦化した場合においても、傾斜角センサの傾きに応じて、シリコン基板に応力を発生させることができ、傾斜角センサとして機能させることができる。

#### 【0026】

また、請求項10記載の傾斜角センサによれば、前記6面体短冊形弾性体の同一平面上に、前記6面体短冊形弾性体の撓み量を検出するよう配置されたピエゾ抵抗と、前記6面体短冊形弾性体の捻れ量を検出するよう配置されたピエゾ抵抗とを備えることを特徴とする。

これにより、6面体短冊形弾性体の2軸方向の撓み量を検出することが可能となり、厚みが均一な基板を用いた場合においても、2軸方向の傾斜角を検出することが可能となるとともに、ピエゾ抵抗をブリッジ回路構成として、傾斜角の検出精度を向上させることが可能となる。

#### 【0027】

また、請求項14記載の傾斜角センサの製造方法によれば、ウエハ表面上に2個所以上のピエゾ抵抗を形成する工程と、前記ウエハの裏面全体を均一に研削する工程と、凹部の形成された支持基板を、前記ピエゾ抵抗の形成領域が凹部エッジ近傍で凹部内側になるように、前記ウエハの裏面に貼り合わせる工程と、前記ピエゾ抵抗形成面の変位可能領域が前記凹部の両側で支えられるように、前記ウエハおよび前記支持基板を一括してチップ状に切断する工程とを備えることを特徴とする。

#### 【0028】

これにより、ピエゾ抵抗が形成された基板を選択的にエッチングすることなく、ピエゾ抵抗を支持するための支持部を形成することが可能となるとともに、支持基板の貼り合わせを1回行なうだけで、ピエゾ抵抗を支持するための支持部を複数のチップに対して一括して形成することができ、傾斜角センサの製造工程を

簡易化して、傾斜角センサのコストを下げる事が可能となる。

【 0 0 2 9 】

また、請求項 1 5 記載の傾斜角センサの製造方法によれば、凸部の形成された錘基板を、前記凸部が前記ピエゾ抵抗形成面の変位可能領域のほぼ中央に配置されるように、前記ウエハの表面に貼り合わせる工程をさらに備え、前記錘基板、前記ウエハおよび前記支持基板は、チップ状に一括して切断されることを特徴とする。

【 0 0 3 0 】

これにより、錘基板の貼り合わせを 1 回行なうだけで、ピエゾ抵抗を变形させるための錘を複数のチップに対して一括して形成することができ、傾斜角センサの製造工程を簡易化して、傾斜角センサのコストをより一層下げることが可能となる。

また、請求項 1 6 記載の傾斜角センサの製造方法によれば、ウエハ表面上に 2 個所以上のピエゾ抵抗を形成する工程と、前記ウエハの裏面全体を均一に研削する工程と、凹部の形成された支持基板を、前記ピエゾ抵抗の形成領域が凹部エッジ近傍で凹部内側になるように、前記ウエハの裏面に貼り合わせる工程と、前記ピエゾ抵抗形成面の変位可能領域のほぼ中央に台座を配置する工程と、前記ピエゾ抵抗形成面の変位可能領域が前記凹部の両側で支えられるように、前記台座が配置されたウエハおよび前記支持基板を一括してチップ状に切断する工程と、前記台座上に錘部材を配置する工程とを備えることを特徴とする。

【 0 0 3 1 】

これにより、ピエゾ抵抗が形成された基板を選択的にエッチングすることなく、ピエゾ抵抗を支持するための支持部を形成することが可能となるとともに、支持基板の貼り合わせを 1 回行なうだけで、ピエゾ抵抗を支持するための支持部を複数のチップに対して一括して形成することができ、傾斜角センサの製造工程を簡易化して、傾斜角センサのコストを下げる事が可能となるとともに、錘部材を大きくして検出感度を向上させたり、各チップごとに錘部材の配置位置を調整することが可能となる。

【 0 0 3 2 】

また、請求項17記載の傾斜角センサの製造方法によれば、ウエハ表面上に2個所以上のpiezo抵抗を形成する工程と、前記ウエハの裏面全体を均一に研削する工程と、凹部の形成された支持基板を、前記凹部の一方の位置が前記piezo抵抗形成領域のエッジ近傍で前記凹部の内側であり、前記凹部の他方が前記ウエハのスクライブラインにかかるように、前記ウエハの裏面に貼り合わせる工程と、前記piezo抵抗形成面の変位可能領域に台座を配置する工程と、前記piezo抵抗形成面が前記凹部の片側で支えられるように、前記台座が配置されたウエハおよび前記支持基板を一括してチップ状に切断する工程と、前記台座上に錘部材を配置する工程とを備えることを特徴とする。

#### 【0033】

これにより、piezo抵抗が形成された基板を選択的にエッチングすることなく、piezo抵抗を支持するための支持部を形成することが可能となるとともに、支持基板の貼り合わせを1回行なうだけで、piezo抵抗を支持するための支持部を複数のチップに対して一括して形成することができ、傾斜角センサの製造工程を簡易化して、傾斜角センサのコストを下げる事が可能となるとともに、支持基板と錘部材との間の距離を大きくして、検出感度を向上させることが可能となる。

#### 【0034】

また、請求項18記載の傾斜角センサの製造方法によれば、ウエハ表面上に2個所以上のpiezo抵抗を形成する工程と、前記ウエハの裏面全体を均一に研削する工程と、凹部の形成された支持基板を、前記piezo抵抗の形成領域が凹部エッジ近傍で凹部内側になるように、前記ウエハの裏面に貼り合わせる工程と、凸凹の形成された錘基板を、凸部が2チップ間隔でスクライブラインに跨るように、前記ウエハの表面に貼り合わせる工程と、前記錘基板の凹部の一部を前記スクライブラインと平行に切り落とす工程と、前記piezo抵抗形成面の一端が前記支持基板の凹部の片側で支えられるとともに、前記錘基板の凸部が前記piezo抵抗形成面に配置されるように、前記錘基板、前記ウエハおよび前記支持基板を一括してチップ状に切断する工程とを備えることを特徴とする。

#### 【0035】

これにより、片持ち型の傾斜角センサを製造する場合においても、ピエゾ抵抗を支持するための支持部のみならず、ピエゾ抵抗に応力を加える錘部材も、複数のチップに対して一括して形成することができ、傾斜角センサの検出感度を向上させつつ、傾斜角センサの製造工程を簡易化して、傾斜角センサのコストを下げることが可能となる。

## 【0036】

また、請求項19記載の傾斜角センサの製造方法によれば、前記研削は、研磨またはエッチング、あるいはそれらの組み合わせであることを特徴とする。

これにより、研削時間を低減しつつ、基板の厚み制御を制度良く行なうことが可能となる。

## 【0037】

## 【発明の実施の形態】

以下、本発明の実施形態に係る傾斜角センサおよびその製造方法について図面を参照しながら説明する。

図1は、本発明の一実施形態に係る傾斜角センサの動作を示す断面図である。なお、図1の実施形態では、両持ち型の傾斜角センサであって、シリコン基板1上にピエゾ抵抗R1～R4を4個設けた構成を示す。

## 【0038】

図1において、シリコン基板1の表面上には、ピエゾ抵抗R1～R4が形成されるとともに、撓み可能な厚みまで裏面が均一に研削され、シリコン基板1の中央には、凸部3aを介して錘部材3が設けられている。

また、シリコン基板1の裏面には、凹部2aを有する支持部材2が設けられ、この支持部材2によりシリコン基板1の両端が支持されている。

## 【0039】

これにより、ピエゾ抵抗R1～R4の形成面の変位可能領域が形成される。

そして、図1(a)において、傾斜角センサがZ方向への重力の分力を受けると、Z方向への力F<sub>Z</sub>が錘部材3にかかり、錘部材3がZ方向に移動しようとする。

ここで、シリコン基板1は、撓み可能な厚みまで裏面が均一に研削され、シリ



コン基板 1 の裏面には凹部 2 a が設けられているので、シリコン基板 1 が変形し、 piezo 抵抗 R 1、R 4 には圧縮応力、piezo 抵抗 R 2、R 3 には引張応力が加わる。そして、これらの応力に従って、piezo 抵抗 R 1 ~ R 4 の抵抗値が増減する。

#### 【0040】

また、図 1 (b) において、傾斜角センサが X 方向への重力の分力を受けると、X 方向への力  $F_X$  が錘部材 3 にかかり、錘部材 3 が X 方向に移動しようとする。このため、シリコン基板 1 が変形し、piezo 抵抗 R 1、R 3 には圧縮応力、piezo 抵抗 R 2、R 4 には引張応力が加わり、これらの応力に従って、piezo 抵抗 R 1 ~ R 4 の抵抗値が増減する。

#### 【0041】

一方、図 1 (c) において、傾斜角センサが傾くと、錘部材 3 は鉛直方向に重力  $W$  で引っ張られるため、シリコン基板 1 の平行方向に力成分  $W_X$  がかかり、シリコン基板 1 の垂直方向に力成分  $W_Z$  がかかる。このため、シリコン基板 1 が変形し、piezo 抵抗 R 2、R 4 には引張応力、piezo 抵抗 R 1、R 3 には圧縮応力が加わり、これらの応力に従って、piezo 抵抗 R 1 ~ R 4 の抵抗値が増減する。

#### 【0042】

従って、これらの piezo 抵抗 R 1 ~ R 4 からなるホイートストンブリッジ回路を形成することにより、傾斜角センサの傾きを求めることができる。

このように、裏面を撓み可能な厚みまで均一に研削し、凹部 2 a を有する支持部材 2 によりシリコン基板 1 の両端を支えることにより、傾斜角センサの構成および製造工程を簡易化して、傾斜角センサのコストを下げる事が可能となるとともに、衝撃に対する耐性も向上させることが可能となる。

#### 【0043】

なお、このシリコン基板 1 は 6 面体短冊形状を有し、シリコン基板 1 の長さとお幅の比率が 4 倍以上 40 倍以下で、厚さが  $20 \mu m$  以上  $200 \mu m$  以下であることが好ましい。

これにより、シリコン基板 1 を変位部としてそのまま用いた場合においても、必要な検出感度を得ることが可能となるとともに、支持部材 2 および錘部材 3 を

シリコン基板 1 に結合させるために必要な強度を確保することができる。

【0044】

図 2、3、6 は、本発明の第 1 実施形態に係る傾斜角センサの製造工程を示す断面図である。なお、この第 1 実施形態は、両持ち型の傾斜角センサの製造工程を示す。

図 2 (a) において、例えば、厚みが  $550\ \mu\text{m}$  程度で 6 インチ径のシリコンウェハ 11 を用意する。

【0045】

次に、図 2 (b) に示すように、フォトリソグラフィ技術を用いて、不純物を選択的にイオン注入することにより、シリコンウェハ 11 上にピエゾ抵抗 12 (ピエゾ抵抗形成領域) を形成する。なお、ピエゾ抵抗 12 は、実際には、主に 2 個以上のピエゾ抵抗素子から構成するようにしてもよい。

そして、スパッタまたは蒸着などにより導電層をシリコンウェハ 11 全面に形成し、フォトリソグラフィ技術およびエッチング技術を用いて導電層のパターニングを行なうことにより、配線やボンディングパッドなどの回路パターン 13 を形成する。

【0046】

次に、図 2 (c) に示すように、CVD (化学気相成長法) またはスパッタなどにより、窒化珪素膜または酸化珪素膜などの保護膜 14 を形成する。

次に、図 2 (d) に示すように、保護膜 14 が形成されたシリコンウェハ 11 上に保護フィルム 15 を貼り付ける。なお、保護フィルム 15 としては、例えば、粘着シートなどを用いることができる。

【0047】

次に、図 2 (e) に示すように、シリコンウェハ 11 の裏面全体を研削する。ここで、研削方法としては、研磨やエッチングを用いることができ、例えば、最初  $550\ \mu\text{m}$  の厚みがあったシリコンウェハ 11 を  $150\ \mu\text{m}$  の残厚まで研磨し、さらに、シリコンウェハ 11 が  $50\ \mu\text{m}$  の残厚になるまでエッチングにより研削してもよい。

【0048】

また、CMP（化学的機械的研磨）により、シリコンウェハ 1 1 の裏面を研削するようにしてもよい。

次に、図 3（a）に示すように、溝 2 1 a が形成されたガラスウェハ 2 1 をシリコンウェハ 1 1 の裏面に貼り合わせる。ここで、ガラスウェハ 2 1 をシリコンウェハ 1 1 に貼り合わせる場合、溝 2 1 a がシリコンウェハ 1 1 側に向くとともに、溝 2 1 a の位置がピエゾ抵抗 1 2 の形成領域に対応するように配置する。

【0049】

この際、ガラスウェハ 2 1 として、ナトリウムガラスのようなイオン移動度が高いガラスを用い、シリコンウェハ 1 1 との間に 1 K V 程度の高電圧を加える陽極接合を行なうことによって、選択的に強い接合力を得ることができる。

従って、溝 2 1 a は、空洞のままの状態でもよいが、陽極接合しない通常のガラスや樹脂などの埋め込み部材 2 2 を充填し、ガラスウェハ 2 1 の表面を平坦化してもよい。

【0050】

なお、溶剤などによって選択的に除去可能な樹脂などの材料を充填した場合には、シリコンウェハ 1 1 をチップ状に切断した後に、溝 2 1 a を空洞にすることもできる。

図 4（a）は、本発明の第 1 実施形態に係るガラスウェハの構成を示す平面図、図 4（b）は、本発明の第 1 実施形態に係るガラスウェハの構成を示す断面図である。

【0051】

図 4 において、ガラスウェハ 2 1 には、シリコンウェハ 1 1 から切り出されるチップ配列に対応した溝 2 1 a が形成され、この溝 2 1 a の幅は、1 チップ分のピエゾ抵抗 1 2 の形成領域の大きさに対応するように設定される。例えば、傾斜角センサの 1 チップ分の長さが 3 m m であるとする、溝 2 1 a の幅は 2 m m に設定される。

【0052】

なお、D 1 ～D 6 はダイシングラインであり、シリコンウェハ 1 1 に貼り合わされたガラスウェハ 2 1 は、このダイシングライン D 1 ～D 6 に沿ってチップ状

に切断される。このため、例えば、ダイシングラインD1～D3で囲まれた領域から、1個分の傾斜角センサを切り出すことができる。

ここで、縦方向のダイシングラインD1、D2を溝21aの間の中央に設定することにより、各チップに対して溝21aの両側に支持部材を残すことが可能となり、両持ち型の傾斜角センサを構成することができる。

#### 【0053】

次に、図3(b)に示すように、ガラスウェハ21がシリコンウェハ11に貼り合わされると、シリコンウェハ11上に貼り付けられていた保護フィルム15を剥がす。

次に、図3(c)に示すように、凸部31aの設けられた錘ウェハ31をシリコンウェハ11上に接着する。ここで、凸部31aは、シリコンウェハ11から切り出される各チップに対応して設けられている。そして、錘ウェハ31をシリコンウェハ11上に接着する場合、凸部31aがシリコンウェハ11側を向くとともに、凸部31aが各チップの長手方向中央に位置するように、錘ウェハ31を配置する。

#### 【0054】

図5(a)は、本発明の第1実施形態に係る錘ウェハの構成を示す断面図、図5(b)は、本発明の第1実施形態に係る錘ウェハの構成を示す平面図である。

図5において、錘ウェハ31には、シリコンウェハ11から切り出されるチップ配列に対応した凸部31aが形成され、各凸部31aの間には、開口部31bが形成されている。

#### 【0055】

なお、D1～D8はダイシングラインであり、シリコンウェハ11に貼り合わされた錘ウェハ31は、シリコンウェハ11に貼り合わされたガラスウェハ21とともに、このダイシングラインD1～D8に沿ってチップ状に切断される。

ここで、錘ウェハ31に開口部31bを設け、縦方向のダイシングラインD1、D2を開口部31bの中央に設定することにより、錘ウェハ31で覆われていない領域を各チップの両側に設けることが可能となり、各チップに対してワイヤボンディングを容易に行なうことが可能となる。

## 【0056】

次に、図3（d）に示すように、ガラスウェハ21および錘ウェハ31が貼り合わされたシリコンウェハ11をダイシングすることにより、シリコン基板11'を支持部材21'および錘部材31'とともに、チップ状に一体的に切り出す。ここで、1チップ分の長さは、例えば、3mmとすることができる。

次に、図6（a）に示すように、支持部材21'内に充填されている埋め込み部材22を除去することにより、シリコン基板11'の両端が支持部材21'で支えられるようにして、シリコン基板11'と支持部材21'との間に隙間を形成し、シリコン基板11'が支持部材21'の間で撓み可能とする。

## 【0057】

次に、図6（b）に示すように、支持部材21'および錘部材31'とともに切り出されたシリコン基板11'を、リードフレーム41上にダイボンドする。

次に、図6（c）に示すように、シリコン基板11'にワイヤボンディングを行なうことにより、シリコン基板11'とリードフレーム41とをワイヤ42a、42bで接続する。

## 【0058】

ここで、錘ウェハ31には開口部31bが設けられ、錘ウェハ31から切り出された錘部材31'の長さは、シリコン基板11'の長さよりも短くなる。このため、シリコン基板11'の両端を錘部材31'から露出させることができ、錘部材31'が邪魔になってシリコン基板11'上にワイヤボンディングができなくなることを防止することができる。

## 【0059】

このように、上述した第1実施形態によれば、シリコン基板11'自体に凹凸を設けることなく、両持ち型の傾斜角センサを製造することが可能となるとともに、支持部材21'および錘部材31'を複数のチップに一括形成することを可能として、支持部材21'および錘部材31'を各チップごとに配置する必要がなくなる。

## 【0060】

このため、傾斜角センサの構成および製造工程を簡易化して、傾斜角センサの

コストを下げる事が可能となるとともに、衝撃に対する耐性も向上させる事が可能となる。

図 7 は、本発明の第 2 実施形態に係る傾斜角センサの製造工程を示す断面図である。なお、この第 2 実施形態は、両持ち型の傾斜角センサの錘部材 3 3 を、台座 3 2 を介して配置するようにしたものである。

【 0 0 6 1 】

図 7 ( a ) において、図 2 ( a ) ～ 図 3 ( b ) の工程が終わると、台座 3 2 をシリコンウェハ 1 1 上に接着する。ここで、台座 3 2 は、シリコンウェハ 1 1 から切り出される各チップごとに設けられ、各チップの長手方向中央に位置するように配置する。

また、台座 3 2 の高さは、台座 3 2 の表面が、ワイヤ 4 2 a、4 2 b のアーチの頂点よりも高い位置にくるように設定する。

【 0 0 6 2 】

次に、図 7 ( b ) に示すように、ガラスウェハ 2 1 が貼り合わされるとともに、台座 3 2 が接着されたシリコンウェハ 1 1 をダイシングすることにより、台座 3 2 が接着されたシリコン基板 1 1' を支持部材 2 1' とともに、チップ状に一体的に切り出す。

次に、図 7 ( c ) に示すように、支持部材 2 1' および台座 3 2 が設けられたシリコン基板 1 1' を、リードフレーム 4 1 上にダイボンドする。

【 0 0 6 3 】

次に、図 7 ( d ) に示すように、シリコン基板 1 1' にワイヤボンディングを行なうことにより、シリコン基板 1 1' とリードフレーム 4 1 とをワイヤ 4 2 a、4 2 b で接続する。

次に、図 7 ( e ) に示すように、台座 3 2 上に錘部材 3 3 を接着する。

このように、上述した第 2 実施形態によれば、シリコン基板 1 1' のワイヤボンディングを行なった後に、台座 3 2 上に錘部材 3 3 を接着することにより、ワイヤボンディングを行なう際に、錘部材 3 3 が邪魔になることを防止することができ、錘部材 3 3 を大きくして、傾斜角センサの検出感度を向上させることができる。

## 【 0 0 6 4 】

また、錘部材 3 3 を各チップごとに個々に配置することができ、錘部材 3 3 がチップからはみ出すことを可能として、錘部材 3 3 の配置の自由度を向上させることが可能となる。

図 8 ～ 1 2 は、本発明の第 3 実施形態に係る傾斜角センサの製造工程を示す断面図である。なお、この第 3 実施形態は、片持ち型の傾斜角センサの製造工程を示す。

## 【 0 0 6 5 】

図 8 ( a ) において、例えば、厚みが  $550\mu\text{m}$  程度で 6 インチ径のシリコンウェハ 5 1 を用意する。

次に、図 8 ( b ) に示すように、フォトリソグラフィ技術を用いて、不純物を選択的にイオン注入することにより、シリコンウェハ 5 1 上にピエゾ抵抗 5 2 を形成する。なお、ピエゾ抵抗 5 2 は、実際には、主に 2 個以上のピエゾ抵抗素子から構成するようにしてもよい。

## 【 0 0 6 6 】

そして、スパッタまたは蒸着などにより導電層をシリコンウェハ 5 1 全面に形成し、フォトリソグラフィ技術およびエッチング技術を用いて導電層のパターニングを行なうことにより、配線やボンディングパッドなどの回路パターン 5 3 を形成する。

次に、図 8 ( c ) に示すように、CVD ( 化学気相成長法 ) またはスパッタなどにより、窒化珪素膜または酸化珪素膜などの保護膜 5 4 を形成する。

## 【 0 0 6 7 】

次に、図 8 ( d ) に示すように、保護膜 5 4 が形成されたシリコンウェハ 5 1 上に保護フィルム 5 5 を貼り付ける。なお、保護フィルム 5 5 としては、例えば、粘着シートなどを用いることができる。

次に、図 8 ( e ) に示すように、シリコンウェハ 5 1 の裏面全体を研削する。ここで、研削方法としては、研磨やエッチングを用いることができ、例えば、最初  $550\mu\text{m}$  の厚みがあったシリコンウェハ 5 1 を  $150\mu\text{m}$  の残厚まで研磨し、さらに、シリコンウェハ 5 1 が  $50\mu\text{m}$  の残厚になるまでエッチングにより研

削してもよい。

【0068】

また、CMP（化学的機械的研磨）により、シリコンウェハ51の裏面を研削するようにしてもよい。

次に、図9（a）に示すように、溝61aが形成されたガラスウェハ61をシリコンウェハ51の裏面に貼り合わせる。ここで、ガラスウェハ61をシリコンウェハ51に貼り合わせる場合、溝61aが、シリコンウェハ51側に向くとともに、ピエゾ抵抗52の形成領域およびスクライブラインにかかるように、ガラスウェハ61をシリコンウェハ51の裏面に配置する。

【0069】

この際、ガラスウェハ61として、ナトリウムガラスのようなイオン移動度が高いガラスを用い、シリコンウェハ51との間に1KV程度の高電圧を加える陽極接合を行なうことによって、選択的に強い接合力を得ることができる。

従って、溝61aは、空洞のままの状態でもよいが、陽極接合しない通常のガラスや樹脂などの埋め込み部材62を充填し、ガラスウェハ61の表面を平坦化してもよい。

【0070】

なお、溶剤などによって選択的に除去可能な樹脂などの材料を充填した場合には、シリコンウェハ51をチップ状に切断した後に、溝61aを空洞にすることもできる。

図10（a）は、本発明の第3実施形態に係るガラスウェハの構成を示す平面図、図10（b）は、本発明の第3実施形態に係るガラスウェハの構成を示す断面図である。

【0071】

図10において、ガラスウェハ61には、シリコンウェハ51から切り出されるチップ配列に対応した溝61aが形成され、溝61aが1チップ分のピエゾ抵抗52の形成領域およびスクライブラインにかかるように、この溝61aの幅が設定される。例えば、傾斜角センサの1チップ分の長さが3mmであるとする、溝61aの幅は2.5mmに設定される。



## 【0072】

なお、D11～D17はダイシングラインであり、シリコンウェハ51に貼り合わされたガラスウェハ61は、このダイシングラインD11～D17に沿ってチップ状に切断される。このため、例えば、ダイシングラインD11～D12～D15で囲まれた領域から、1個分の傾斜角センサを切り出すことができる。

ここで、ガラスウェハ61の溝61aがシリコンウェハ51の縦方向のスクレイブラインにかかるように配置するとともに、縦方向のダイシングラインD11～D13を溝61aの端に設定することにより、各チップに対して溝61aの片側に支持部材を残すことが可能となり、片持ち型の傾斜角センサを構成することができる。

## 【0073】

次に、図9（b）に示すように、ガラスウェハ61がシリコンウェハ51に貼り合わされると、シリコンウェハ51上に貼り付けられていた保護フィルム55を剥がす。

次に、図9（c）に示すように、シリコンウェハ51から切り出される各チップごとに、台座71を接着する。ここで、台座71の配置位置は、各チップがガラスウェハ61で支えられる位置に対して、長手方向反対側になるように設定する。

## 【0074】

次に、図9（d）に示すように、ガラスウェハ61が貼り合わされるとともに、台座71が接着されたシリコンウェハ51をダイシングすることにより、台座71が接着されたシリコン基板51'を支持部材61'とともに、チップ状に一体的に切り出す。ここで、1チップ分の長さは、例えば、3mmとすることができる。

## 【0075】

次に、図11（a）に示すように、台座71上に錘部材72を接着する。

次に、図11（b）に示すように、支持部材61'内に充填されている埋め込み部材62を除去することにより、シリコン基板51'の片側が支持部材61'で支えられるようにして、シリコン基板51'と支持部材61'との間に隙間を

形成し、シリコン基板 5 1' が支持部材 6 1' を支点として撓み可能とする。

【0076】

次に、図 1 1 (c) に示すように、支持部材 6 1' および錘部材 7 2 が設けられたシリコン基板 5 1' を、リードフレーム 8 1 上にダイボンドする。

次に、図 1 2 に示すように、シリコン基板 5 1' にワイヤボンディングを行なうことにより、シリコン基板 5 1' とリードフレーム 8 1 とをワイヤ 8 2 で接続する。

【0077】

なお、上述した第 3 実施形態では、台座 7 1 上に錘部材 7 2 を接着した後、シリコン基板 5 1' のワイヤボンディングを行なう方法について説明したが、シリコン基板 5 1' のワイヤボンディングを行なった後に、台座 7 1 上に錘部材 7 2 を接着するようにしてもよく、これにより、ワイヤボンディングを行なう際に、錘部材 7 2 が邪魔になることを防止することができる。

【0078】

このように、上述した第 3 実施形態によれば、製造工程を複雑化させることなく、片持ち型の傾斜角センサを製造することができ、シリコン基板 5 1' が支持部材 6 1' で支えられる位置と、錘部材 7 2 がシリコン基板 5 1' で支えられる位置との距離を大きくして、シリコン基板 5 1' をより効率よく撓ませることができる。

【0079】

このため、傾斜角センサの長手方向の長さを大きくすることなく、傾斜角センサの検出感度を向上させることができ、傾斜角センサの小型化を図ることが可能となる。

図 1 3 は、本発明の第 4 実施形態に係る傾斜角センサの構成を示す断面図である。

【0080】

図 1 3 において、シリコン基板 9 1 の表面上には、 piezo 抵抗 9 2 および回路パターン 9 3 が形成されるとともに、シリコン基板 9 1 の裏面は撓み可能な厚みまで均一に研削されている。

また、シリコン基板 9 1 の裏面には、凹部 9 5 a を有する支持部材 9 5 が設けられ、この支持部材 9 5 によりシリコン基板 9 1 の一端が支持されるとともに、シリコン基板 9 1 の表面には、台座 9 6 を介して錘部材 9 7 が設けられ、この台座 9 6 は、シリコン基板 9 1 の他端に配置されている。

## 【 0 0 8 1 】

支持部材 9 5 の裏面はリードフレーム 9 8 に接着され、リードフレーム 9 8 と回路パターン 9 3 のボンディングパットとは、ワイヤ 9 9 により接続されている。

ここで、台座 9 6 の高さは、台座 9 6 の表面が、ワイヤ 9 9 のアーチの頂点よりも高い位置にくるように設定されるとともに、台座 9 6 は、錘部材 9 7 の端で錘部材 9 7 を保持する。

## 【 0 0 8 2 】

これにより、錘部材 9 7 平面の大きさをシリコン基板 9 1 平面の大きさと同等にした場合においても、錘部材 9 7 がシリコン基板 9 1 からはみ出すことを防止することが可能となるとともに、錘部材 9 7 がワイヤ 9 9 と接触することを防止することが可能となり、傾斜角センサの検出感度を向上させつつ、傾斜角センサのコンパクト化を図ることが可能となる。

## 【 0 0 8 3 】

また、支持部材 9 5 は、ナトリウムガラスのようなイオン移動度が高いガラスにより構成され、支持部材 9 5 の凹部 9 5 a には、陽極接合しない通常のガラスや樹脂などの埋め込み部材 1 0 0 が充填され、支持部材 9 5 の表面が平坦化されている。

そして、支持部材 9 5 とシリコン基板 9 1 とを接合する場合、シリコン基板 9 1 との間に 1 K V 程度の高電圧を加える陽極接合を行なう。

## 【 0 0 8 4 】

これにより、支持部材 9 5 とシリコン基板 9 1 とを強固に結合することが可能となるとともに、支持部材 9 5 とシリコン基板 9 1 とが埋め込み部材 1 0 0 の位置で離れることが可能となる。

この結果、シリコン基板 9 1 が支持部材 9 5 の下に位置するようなレイアウト

をとることにより、シリコン基板 91 を水平にした時に、シリコン基板 91 は、重力による錘部材 97 の静的加重で埋め込み部材 100 から離れる方向に応力を受けることができる。

【0085】

このため、埋め込み部材 100 がシリコン基板 91 の変位を妨げることを阻止しつつ、支持部材 95 の表面を平坦化することができ、傾斜角センサとして水平から±90度程度の範囲で十分に機能させることができる。

また、埋め込み部材 100 を支持部材 95 の凹部 95a に充填することにより、シリコン基板 91 上に錘部材 97 を設ける時に、シリコン基板 91 に加重がかかっても、シリコン基板 91 を埋め込み部材 100 で支えることができ、シリコン基板 91 の割れを防止して、傾斜角センサの製造コストを下げる事が可能となる。

【0086】

さらに、埋め込み部材 100 を支持部材 95 の凹部 95a に残したままにすることにより、埋め込み部材 100 を除去する工程を不要として、製造工程を簡略化することが可能となり、傾斜角センサの製造コストをより一層下げることが可能となるとともに、傾斜角センサの落下時などに、傾斜角センサに衝撃が加わった場合においても、シリコン基板 91 を埋め込み部材 100 で支えて、シリコン基板 91 の破壊を防止することが可能となる。

【0087】

図 14、15、18 は、本発明の第 5 実施形態に係る傾斜角センサの製造工程を示す断面図である。なお、この第 5 実施形態は、片持ち型の傾斜角センサの製造工程を示す。

図 14 (a) において、例えば、厚みが 550  $\mu$ m 程度で 6 インチ径のシリコンウェハ 111 を用意する。

【0088】

次に、図 14 (b) に示すように、フォトリソグラフィ技術を用いて、不純物を選択的にイオン注入することにより、シリコンウェハ 111 上にピエゾ抵抗 112 を形成する。

そして、スパッタまたは蒸着などにより導電層をシリコンウェハ111全面に形成し、フォトリソグラフィ技術およびエッチング技術を用いて導電層のパターニングを行なうことにより、配線やボンディングパッドなどの回路パターン113を形成する。

#### 【0089】

次に、図14(c)に示すように、CVD(化学気相成長法)またはスパッタなどにより、窒化珪素膜または酸化珪素膜などの保護膜114を形成する。

次に、図14(d)に示すように、保護膜114が形成されたシリコンウェハ111上に保護フィルム115を貼り付ける。なお、保護フィルム115としては、例えば、粘着シートなどを用いることができる。

#### 【0090】

次に、図14(e)に示すように、シリコンウェハ111の裏面全体を研削する。ここで、研削方法としては、研磨やエッチングを用いることができ、例えば、最初550 $\mu$ mの厚みがあったシリコンウェハ111を150 $\mu$ mの残厚まで研磨し、さらに、シリコンウェハ111が50 $\mu$ mの残厚になるまでエッチングにより研削してもよい。

#### 【0091】

また、CMP(化学的機械的研磨)により、シリコンウェハ111の裏面を研削するようにしてもよい。

次に、図15(a)に示すように、溝121a、121bが形成されたガラスウェハ121をシリコンウェハ111の裏面に貼り合わせる。ここで、ガラスウェハ121をシリコンウェハ111に貼り合わせる場合、溝121a、121bがシリコンウェハ111側に向くとともに、各溝121a、121bが各チップのピエゾ抵抗112の形成領域を含むとともに、各溝121a、121bの一方のラインがシリコンウェハ111のスクライブラインにかかり、各溝121a、121bの他方のラインがシリコンウェハ111のスクライブラインにかからないように配置する。

#### 【0092】

この際、ガラスウェハ121として、ナトリウムガラスのようなイオン移動度

に高いガラスを用いた場合、シリコンウェハ 1 1 1 との間に 1 K V 程度の高電圧を加える陽極接合を行なうことによって、選択的に強い接合力を得ることができる。

従って、溝 1 2 1 a、1 2 1 b は、空洞のままの状態でもよいが、陽極接合しない通常のガラスや樹脂などの埋め込み部材 1 2 2 a、1 2 2 b を充填し、ガラスウェハ 1 2 1 の表面を平坦化してもよい。

#### 【0 0 9 3】

なお、溶剤などによって選択的に除去可能な樹脂などの材料を充填した場合には、シリコンウェハ 1 1 1 をチップ状に切断した後に、溝 1 2 1 a、1 2 1 b を空洞にするようにしてもよい。

図 1 6 ( a ) は、本発明の第 5 実施形態に係るガラスウェハの構成を示す平面図、図 1 6 ( b ) は、本発明の第 5 実施形態に係るガラスウェハの構成を示す断面図である。

#### 【0 0 9 4】

図 1 6 において、ガラスウェハ 1 2 1 には、シリコンウェハ 1 1 1 から切り出されるチップ配列に対応した溝 1 2 1 a、1 2 1 b が形成され、この溝 1 2 1 a、1 2 1 b の幅は、各溝 1 2 1 a、1 2 1 b が、1 チップ分のピエゾ抵抗 1 1 2 の形成領域を含むとともに、各溝 1 2 1 a、1 2 1 b の一方のラインがシリコンウェハ 1 1 1 のスクライブラインにかかり、各溝 1 2 1 a、1 2 1 b の他方のラインがシリコンウェハ 1 1 1 のスクライブラインにかからないように設定される。

#### 【0 0 9 5】

なお、D 2 1 ~ D 2 8 および D 3 1 ~ D 3 4 はダイシングラインであり、シリコンウェハ 1 1 1 に貼り合わされたガラスウェハ 1 2 1 は、このダイシングライン D 2 1 ~ D 2 8 および D 3 1 ~ D 3 4 に沿ってチップ状に切断される。このため、例えば、ダイシングライン D 2 1、D 2 5、D 3 1、D 3 2 で囲まれた領域から、1 個分の傾斜角センサを切り出すことができる。

#### 【0 0 9 6】

ここで、縦方向のダイシングライン D 2 1、D 2 2 をガラスウェハ 1 2 1 の凸

部の中央に設定するとともに、縦方向のダイシングラインD 2 3～D 2 8を各溝1 2 1 a、1 2 1 bの端にかかるように設定することにより、各チップに対して溝1 2 1 a、1 2 1 bの片側に支持部材を残すことが可能となり、片持ち型の傾斜角センサを構成することができる。

#### 【0 0 9 7】

次に、図1 5（b）に示すように、ガラスウェハ1 2 1がシリコンウェハ1 1 1に貼り合わされると、シリコンウェハ1 1 1上に貼り付けられていた保護フィルム1 1 5を剥がす。

次に、図1 5（c）に示すように、凸部1 3 1 aの設けられた錘ウェハ1 3 1をシリコンウェハ1 1 1上に接着する。ここで、凸部1 3 1 aは、シリコンウェハ1 1 1から切り出される2列分のチップに対応して設けられている。そして、錘ウェハ1 3 1をシリコンウェハ1 1 1上に接着する場合、凸部1 3 1 aがシリコンウェハ1 1 1側を向くとともに、凸部1 3 1 aがスクライブラインを跨いで、その両側のチップの端部にかかるように、錘ウェハ1 3 1を配置する。

#### 【0 0 9 8】

図1 7（a）は、本発明の第5実施形態に係る錘ウェハの構成を示す断面図、図1 7（b）は、本発明の第5実施形態に係る錘ウェハの構成を示す平面図である。

図1 7において、錘ウェハ1 3 1には、シリコンウェハ1 1 1から切り出される2列分のチップ配列に対応した凸部1 3 1 aが形成されている。

#### 【0 0 9 9】

なお、D 2 1～D 2 8およびD 3 1～D 3 4はダイシングラインであり、シリコンウェハ1 1 1に貼り合わされた錘ウェハ1 3 1は、シリコンウェハ1 1 1に貼り合わされたガラスウェハ1 2 1とともに、このD 2 1～D 2 8およびD 3 1～D 3 4に沿ってチップ状に切断される。

また、H 1～H 4はハーフダイシングラインであり、錘ウェハ1 3 1は、シリコンウェハ1 1 1に貼り合わされた状態で、ハーフダイシングラインH 1～H 4に沿ってハーフダイシングされることにより、錘ウェハ1 3 1の各凸部1 3 1 a間の凹部の中央部分が切り落とされる。

## 【0100】

ここで、錘ウェハ131のハーフダイシングを行なうことにより、錘ウェハ131がシリコンウェハ111に貼り合わされた状態で、錘ウェハ131で覆われていない領域を各チップの片側に設けることが可能となり、各チップに対してワイヤボンディングを容易に行なうことが可能となる。

また、凸部131aが、シリコンウェハ111のスクライブラインを跨ぐように錘ウェハ131を配置することにより、錘ウェハ131およびシリコンウェハ111を凸部131aの位置で切断するだけで、各チップの端部に錘部材131'を設けることが可能となる。

## 【0101】

次に、図15(d)に示すように、シリコンウェハ111に貼り合わされた状態で、ハーフダイシングラインH1～H4に沿って、錘ウェハ131のハーフダイシングを行なうことにより、錘ウェハ131の各凸部131a間の凹部の中央部分を切り落とす。

このため、錘バー131'が2列分のチップごとに形成される。

## 【0102】

次に、図18(a)に示すように、ガラスウェハ121および錘バー131'が貼り合わされたシリコンウェハ111を、ダイシングラインD21～D28およびD31～D34に沿ってダイシングすることにより、シリコン基板111'を支持部材121'および錘部材131'とともに、チップ状に一体的に切り出す。ここで、1チップ分の長さは、例えば、3mmとすることができる。

## 【0103】

次に、図18(b)に示すように、支持部材121'内に充填されている埋め込み部材122a、122bを除去することにより、シリコン基板111'の一端が支持部材121'で支えられるようにして、シリコン基板111'と支持部材121'との間に隙間を形成し、シリコン基板111'が支持部材121'を支点として撓み可能とする。

## 【0104】

次に、図18(c)に示すように、支持部材121'および錘部材131'、



とともに切り出されたシリコン基板 1 1 1' を、リードフレーム 1 4 1 上にダイボンドする。

次に、図 1 8 (d) に示すように、シリコン基板 1 1 1' にワイヤボンディングを行なうことにより、シリコン基板 1 1 1' とリードフレーム 1 4 1 とをワイヤ 1 4 2 で接続する。

#### 【0105】

ここで、錘ウェハ 1 3 1 のハープダイシングを行なうことにより、シリコン基板 1 1 1' の片端を錘部材 1 3 1' ' から露出させることができ、錘部材 1 3 1' ' が邪魔になってシリコン基板 1 1 1' 上にワイヤボンディングができなくなることを防止することができる。

このように、上述した第 5 実施形態によれば、シリコン基板 1 1 1' 自体に凹凸を設けることなく、片持ち型の傾斜角センサを製造することが可能となるとともに、支持部材 1 2 1' および錘部材 1 3 1' ' を複数のチップに一括形成することを可能として、支持部材 1 2 1' および錘部材 1 3 1' ' を各チップごとに配置する必要がなくなる。

#### 【0106】

このため、傾斜角センサの検出感度を向上させつつ、傾斜角センサの構成および製造工程を簡易化して、傾斜角センサのコストを下げる事が可能となる。

なお、上述した第 5 実施形態では、各溝 1 2 1 a、1 2 1 b が各チップ配列ごとに分離する方法について説明したが、2 本の溝 1 2 1 a、1 2 1 b が互いに繋がるようにして、1 本の溝で 2 列分のチップ配列を受け持つようにしてもよく、これにより、ダイシング時に無駄な廃材（例えば、ダイシングライン D 2 3 とダイシングライン D 2 4 との間の部分）が出ることを防止して、1 枚のウェハから採れる傾斜角センサの個数を増やすことができる。

#### 【0107】

図 1 9 (a) は、本発明の第 6 実施形態に係る傾斜角センサの概略構成を示す斜視図、図 1 9 (b) は、本発明の第 6 実施形態に係る傾斜角センサのシリコン基板表面の構成を示す平面図である。なお、この第 6 実施形態は、厚みが均一な一枚のシリコン基板を用いて、2 軸の傾斜角センサを構成するようにしたもの

である。

【0108】

図19において、シリコン基板151の表面151a上には、ピエゾ抵抗R11～R16および端子P1～P9が形成されるとともに、ピエゾ抵抗R11～R16と端子P1～P9とを接続する配線L1が形成され、さらに、シリコン基板151の裏面151bは、シリコン基板151が撓み可能な厚みまで均一に研削されている。

【0109】

また、シリコン基板151の長手方向の一端には支持部材接合領域J1が設けられ、シリコン基板151の長手方向の他端には台座接合領域J2が設けられ、支持部材接合領域J1には、凸部152aを介して支持部材152が接合され、台座接合領域J2には、台座153を介して錘部材154が接合されている。

なお、支持部材152は、シリコン基板151の裏面に配置され、錘部材154は、シリコン基板151の表面に配置される。

【0110】

ここで、ピエゾ抵抗R11、R13、R15は、台座接合領域J2の近傍に配置され、ピエゾ抵抗R12、R14、R16は、支持部材接合領域J1の近傍に配置される。

また、ピエゾ抵抗R11、R12は、長手方向に設定される中央ラインに沿って配置され、ピエゾ抵抗R13～R16は、中央ラインの両側の平行ラインに沿って、それぞれ2個ずつ等間隔で配置される。

【0111】

そして、シリコン基板151の表面151aを下に向けた状態では、錘部材154が重力Wで下向きに引っ張られるが、支持部材152を水平に保つと、重力Wは、錘部材154にかかるZ軸方向成分の力 $F_z = W$ と一致する。

このため、シリコン基板151の端部には、台座153を介してZ軸方向成分の力 $F_z = W$ がかかり、シリコン基板151はZ軸方向に撓んだ状態になる。

【0112】

図20は、図19の傾斜角センサがY軸回りに傾いた場合の動作を示す斜視図

である。

図 2 0 において、支持部材 1 5 2 が Y 軸回りに傾くと、錘部材 1 5 4 にかかる Z 軸方向成分の力  $F_z$  が減少する一方で、X 軸方向成分の力  $F_x$  が生じ、結果として、支持部材 1 5 2 とシリコン基板 1 5 1 との間の間隔がより広がることになり、シリコン基板 1 5 1 の Z 軸方向の撓み量が大きくなる。

#### 【 0 1 1 3 】

この結果、 piezo 抵抗  $R_{11}$  の引張応力、 piezo 抵抗  $R_{12}$  の圧縮応力がそれぞれ増加し、これらの応力の変動に従って、 piezo 抵抗  $R_{11}$ 、 $R_{12}$  の抵抗値が増減する。

図 2 1 は、図 1 9 (b) の piezo 抵抗  $R_{11}$ 、 $R_{12}$  の結線構成を示す回路図である。

#### 【 0 1 1 4 】

図 2 1 において、 piezo 抵抗  $R_{11}$ 、 $R_{12}$  は直列接続され、端子 P 4 は、 piezo 抵抗  $R_{11}$ 、 $R_{12}$  をそれぞれ介して端子 P 6、P 5 に接続されている。

そして、端子 P 5、P 6 間に電圧 E を印加し、端子 P 4、P 6 間の電圧  $V_1$  を検出することにより、Y 軸回り傾斜角を求めることができる。

図 2 2 (a) は、図 1 9 の傾斜角センサが X 軸回りに傾いた場合の動作を示す斜視図、図 2 2 (b) は、図 1 9 (b) の E 2 - E 2 線で切断した断面図、図 2 2 (c) は、図 1 9 (b) の E 3 - E 3 線で切断した断面図である。

#### 【 0 1 1 5 】

図 2 2 において、支持部材 1 5 2 が X 軸回りに傾くと、錘部材 1 5 4 には Y 方向成分の力  $F_y$  が生じるため、シリコン基板 1 5 1 が X 軸回りに捻られる。

この結果、 piezo 抵抗  $R_{13}$  にかかっている引張応力および piezo 抵抗  $R_{14}$  にかかっている圧縮応力は減少し、 piezo 抵抗  $R_{15}$  にかかっている引張応力および piezo 抵抗  $R_{16}$  にかかっている圧縮応力は増加する。

#### 【 0 1 1 6 】

このため、これらの応力の変動に従って、 piezo 抵抗  $R_{13} \sim R_{16}$  の抵抗値が増減する。

図 2 3 は、図 1 9 (b) の piezo 抵抗  $R_{13} \sim R_{16}$  の結線構成を示す回路図

である。

図 2 3 において、ピエゾ抵抗 R 1 3 ~ R 1 6 はブリッジ回路を構成している。すなわち、端子 P 1、P 2 間にはピエゾ抵抗 R 1 4 が接続され、端子 P 2、P 3 間にはピエゾ抵抗 R 1 3 が接続され、端子 P 7、P 8 間にはピエゾ抵抗 R 1 5 が接続され、端子 P 8、P 9 間にはピエゾ抵抗 R 1 6 が接続され、端子 P 1、P 9 間は短絡され、端子 P 3、P 7 間は短絡されている。

#### 【0117】

そして、端子 P 2、P 8 間に電圧 E を印加し、端子 P 1、P 3 間の電圧 V 2 を検出することにより、X 軸回りの傾斜角を求めることができる。

図 2 4 (a) は、図 2 4 (b) の F - F 線で切断した断面図、図 2 4 (b) は、本発明の第 7 実施形態に係る傾斜角センサのシリコン基板表面の構成を示す平面図である。なお、この第 7 実施形態は、厚みが均一な一枚のシリコン基板を用いて、両持型の 2 軸の傾斜角センサを構成するようにしたものである。

#### 【0118】

図 2 4 において、シリコン基板 1 6 1 の表面上には、ピエゾ抵抗 R 2 1 ~ R 2 8 および端子 P 1 1 ~ P 2 2 が形成されるとともに、ピエゾ抵抗 R 2 1 ~ R 2 8 と端子 P 1 1 ~ P 2 2 とを接続する配線 L 2、L 3 が形成され、さらに、シリコン基板 1 6 1 の裏面は、シリコン基板 1 6 1 が撓み可能な厚みまで均一に研削されている。

#### 【0119】

また、シリコン基板 1 6 1 の長手方向の両端には支持部材接合領域 J 1 1、J 1 2 が設けられ、シリコン基板 1 6 1 の長手方向の中央には台座接合領域 J 1 3 が設けられ、支持部材接合領域 J 1 1、J 1 2 には、凸部 1 6 2 a を介して支持部材 1 6 2 が接合され、台座接合領域 J 1 3 には、台座 1 6 3 を介して錘部材 1 6 4 が接合されている。

#### 【0120】

なお、支持部材 1 6 2 は、シリコン基板 1 6 1 の裏面に配置され、錘部材 1 6 4 は、シリコン基板 1 6 1 の表面に配置される。

ここで、ピエゾ抵抗 R 2 1、R 2 3、R 2 5、R 2 7 は、台座接合領域 J 1 3

の近傍に配置され、 piezo抵抗  $R_{22}$ 、 $R_{24}$ 、 $R_{26}$ 、 $R_{28}$  は、支持部材接合領域  $J_{11}$ 、 $J_{12}$  の近傍に配置される。

#### 【0121】

また、piezo抵抗  $R_{21}$ 、 $R_{22}$ 、 $R_{27}$ 、 $R_{28}$  は、長手方向に設定される中央ラインに沿って配置され、piezo抵抗  $R_{23} \sim R_{26}$  は、中央ラインの両側の平行ラインに沿って、それぞれ2個ずつ等間隔で配置される。

そして、錘部材164がぶら下がった状態で、支持部材162をY軸回りに傾けると、シリコン基板161の撓みが変わる。そして、この時のpiezo抵抗  $R_{21}$ 、 $R_{22}$ 、 $R_{27}$ 、 $R_{28}$  の抵抗値の変化量を計測することにより、Y軸回りの傾斜角を求めることができる。

#### 【0122】

また、錘部材164がぶら下がった状態で、支持部材162をX軸回りに傾けると、シリコン基板161に捻れが発生する。そして、この時のpiezo抵抗  $R_{23} \sim R_{26}$  の抵抗値の変化量を計測することにより、X軸回りの傾斜角を求めることができる。

図25は、図24(b)のpiezo抵抗  $R_{21}$ 、 $R_{22}$ 、 $R_{27}$ 、 $R_{28}$  の結線構成を示す回路図である。

#### 【0123】

図25において、piezo抵抗  $R_{21}$ 、 $R_{22}$ 、 $R_{27}$ 、 $R_{28}$  はブリッジ回路を構成している。すなわち、端子P14、P15間にはpiezo抵抗  $R_{22}$  が接続され、端子P14、P16間にはpiezo抵抗  $R_{21}$  が接続され、端子P20、P21間にはpiezo抵抗  $R_{28}$  が接続され、端子P20、P22間にはpiezo抵抗  $R_{27}$  が接続され、端子P15、P21間は短絡され、端子P16、P22間は短絡されている。

#### 【0124】

そして、端子P14、P20間に電圧Eを印加し、端子P15、P16間の電圧V3を検出することにより、Y軸回りの傾斜角を求めることができる。

なお、Y軸回りの傾斜角を求める場合、必ずしも4個のpiezo抵抗  $R_{21}$ 、 $R_{22}$ 、 $R_{27}$ 、 $R_{28}$  を設ける必要はなく、piezo抵抗  $R_{21}$ 、 $R_{22}$  またはpiezo抵抗  $R_{27}$ 、 $R_{28}$  のみを設けることも可能である。

エゾ抵抗 R 2 7、R 2 8 を省略し、図 2 1 のような分圧回路を構成するようにしてもよい。

#### 【 0 1 2 5 】

図 2 6 は、図 2 4 ( b ) の piezo 抵抗 R 2 3 ~ R 2 6 の結線構成を示す回路図である。

図 2 6 において、piezo 抵抗 R 2 3 ~ R 2 6 はブリッジ回路を構成している。すなわち、端子 P 1 1、P 1 2 間には piezo 抵抗 R 2 4 が接続され、端子 P 1 2、P 1 3 間には piezo 抵抗 R 2 3 が接続され、端子 P 1 8、P 1 9 間には piezo 抵抗 R 2 6 が接続され、端子 P 1 7、P 1 8 間には piezo 抵抗 R 2 5 が接続され、端子 P 1 1、P 1 9 間は短絡され、端子 P 1 3、P 1 7 間は短絡されている。

#### 【 0 1 2 6 】

そして、端子 P 1 2、P 1 8 間に電圧 E を印加し、端子 P 1 1、P 1 3 間の電圧 V 4 を検出することにより、X 軸回りの傾斜角を求めることができる。

なお、上述した実施形態では、シリコン基板上に piezo 抵抗を形成する方法について説明したが、Ge 基板や In Sb 基板を用いるようにしてもよい。

また、上述した傾斜角センサは、例えば、電子ペット、ロボット、ゲームコントローラなどのモーションセンサ、ゲーム機などの携帯端末の傾斜による画面操作装置、携帯端末用ナビゲーションシステム、傾斜・振動・感振などのモニタ装置などに利用することができる。

#### 【 0 1 2 7 】

また、上述した実施形態では、傾斜角センサについて説明したが、加速度センサに適用してもよい。

#### 【 0 1 2 8 】

#### 【発明の効果】

以上説明したように、本発明によれば、変位部を形成するために、フォトリソグラフィ技術を用いた選択的なエッチングを行なう必要がなくなり、傾斜角センサの構成および製造工程を簡易化して、傾斜角センサのコストを下げる事が可能となるとともに、衝撃に対する耐性も向上させることが可能となる。

#### 【図面の簡単な説明】

【図 1】

本発明の一実施形態に係る傾斜角センサの動作を示す断面図である。

【図 2】

本発明の第 1 実施形態に係る傾斜角センサの製造工程を示す断面図である。

【図 3】

本発明の第 1 実施形態に係る傾斜角センサの製造工程を示す断面図である。

【図 4】

図 4 (a) は、本発明の第 1 実施形態に係るガラスウェハの構成を示す平面図、図 4 (b) は、本発明の第 1 実施形態に係るガラスウェハの構成を示す断面図である。

【図 5】

図 5 (a) は、本発明の第 1 実施形態に係る錘ウェハの構成を示す断面図、図 5 (b) は、本発明の第 1 実施形態に係る錘ウェハの構成を示す平面図である。

【図 6】

本発明の第 1 実施形態に係る傾斜角センサの製造工程を示す断面図である。

【図 7】

本発明の第 2 実施形態に係る傾斜角センサの製造工程を示す断面図である。

【図 8】

本発明の第 3 実施形態に係る傾斜角センサの製造工程を示す断面図である。

【図 9】

本発明の第 3 実施形態に係る傾斜角センサの製造工程を示す断面図である。

【図 10】

図 10 (a) は、本発明の第 3 実施形態に係るガラスウェハの構成を示す平面図、図 10 (b) は、本発明の第 3 実施形態に係るガラスウェハの構成を示す断面図である。

【図 11】

本発明の第 3 実施形態に係る傾斜角センサの製造工程を示す断面図である。

【図 12】

本発明の第 3 実施形態に係る傾斜角センサの製造工程を示す断面図である。

【図 13】

本発明の第4実施形態に係る傾斜角センサの構成を示す断面図である。

【図 14】

本発明の第5実施形態に係る傾斜角センサの製造工程を示す断面図である。

【図 15】

本発明の第5実施形態に係る傾斜角センサの製造工程を示す断面図である。

【図 16】

図16(a)は、本発明の第5実施形態に係るガラスウェハの構成を示す平面図、図16(b)は、本発明の第5実施形態に係るガラスウェハの構成を示す断面図である。

【図 17】

図17(a)は、本発明の第5実施形態に係る錘ウェハの構成を示す断面図、図17(b)は、本発明の第5実施形態に係る錘ウェハの構成を示す平面図である。

【図 18】

本発明の第5実施形態に係る傾斜角センサの製造工程を示す断面図である。

【図 19】

図19(a)は、本発明の第6実施形態に係る傾斜角センサの概略構成を示す斜視図、図19(b)は、本発明の第6実施形態に係る傾斜角センサのシリコン基板表面の構成を示す平面図である。

【図 20】

本発明の第6実施形態に係る傾斜角センサの動作を示す斜視図である。

【図 21】

図19(b)のピエゾ抵抗R11、R12の結線構成を示す回路図である。

【図 22】

図22(a)は、本発明の第6実施形態に係る傾斜角センサの動作を示す斜視図、図22(b)および図22(c)は、本発明の第6実施形態に係る傾斜角センサの動作を示す断面図である。

【図 23】



図19(b)のpiezo抵抗R23～R26の結線構成を示す回路図である。

【図24】

図24(a)は、本発明の第7実施形態に係る傾斜角センサの概略構成を示す断面図、図24(b)は、本発明の第7実施形態に係る傾斜角センサのシリコン基板表面の構成を示す平面図である。

【図25】

図24(b)のpiezo抵抗R21、R22、R27、R28の結線構成を示す回路図である。

【図26】

図24(b)のpiezo抵抗R23～R26の結線構成を示す回路図である。

【図27】

図27(a)は、従来の傾斜角センサの概略構成を示す斜視図、図27(b)は、従来の傾斜角センサの概略構成を示す断面図、図27(c)は、従来の傾斜角センサのpiezo抵抗の部分を拡大して示す断面図である。

【図28】

図28(a)は、従来の傾斜角センサのX、Y方向への加速時における各piezo抵抗の増減を示す図、図28(b)は、従来の傾斜角センサのZ方向への加速時における各piezo抵抗の増減を示す図である。

【符号の説明】

1、11'、51'、91、111'、151、161 シリコン基板

2、21'、61'、95、121'、152、162 支持部材

2a、95a 凹部

3、31'、33、72、97、131'、154、164 錘部材

3a、31a、61a、131a、152a、162a 凸部

R1～R4、R11～R16、R21～R28、12、52、92、112

piezo抵抗

11、51、111 シリコンウェハ

13、53、93、113 回路パターン

14、54、94、114 保護膜

15、55、115 保護フィルム

21、61、121 ガラスウェハ

21a、61a、121a、121b 溝

22、62、100、122a、122b 埋め込み部材

31、131 錘ウェハ

31b 開口部

D1~D8、D11~D17、D21~D28、D31~D34 ダイシング

ライン

H1~H4 ハーフダイシングライン

41、81、98、141 リードフレーム

42a、42b、82、99、142 ワイヤ

32、71、96、153、163 台座

131' 錘バー

L1~L3 配線

P1~P9、P11~P22 端子

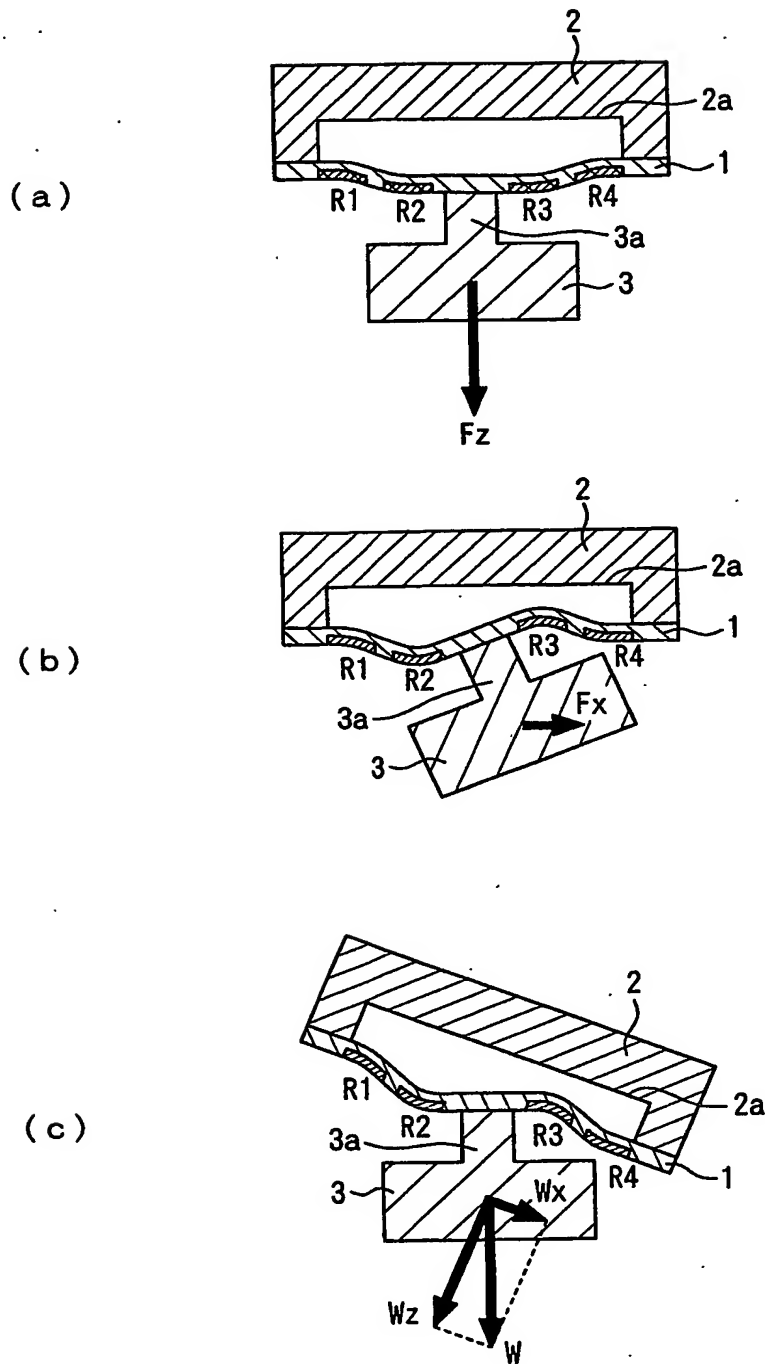
J1、J11、J12 支持部材接合領域

J2、J13 台座接合領域

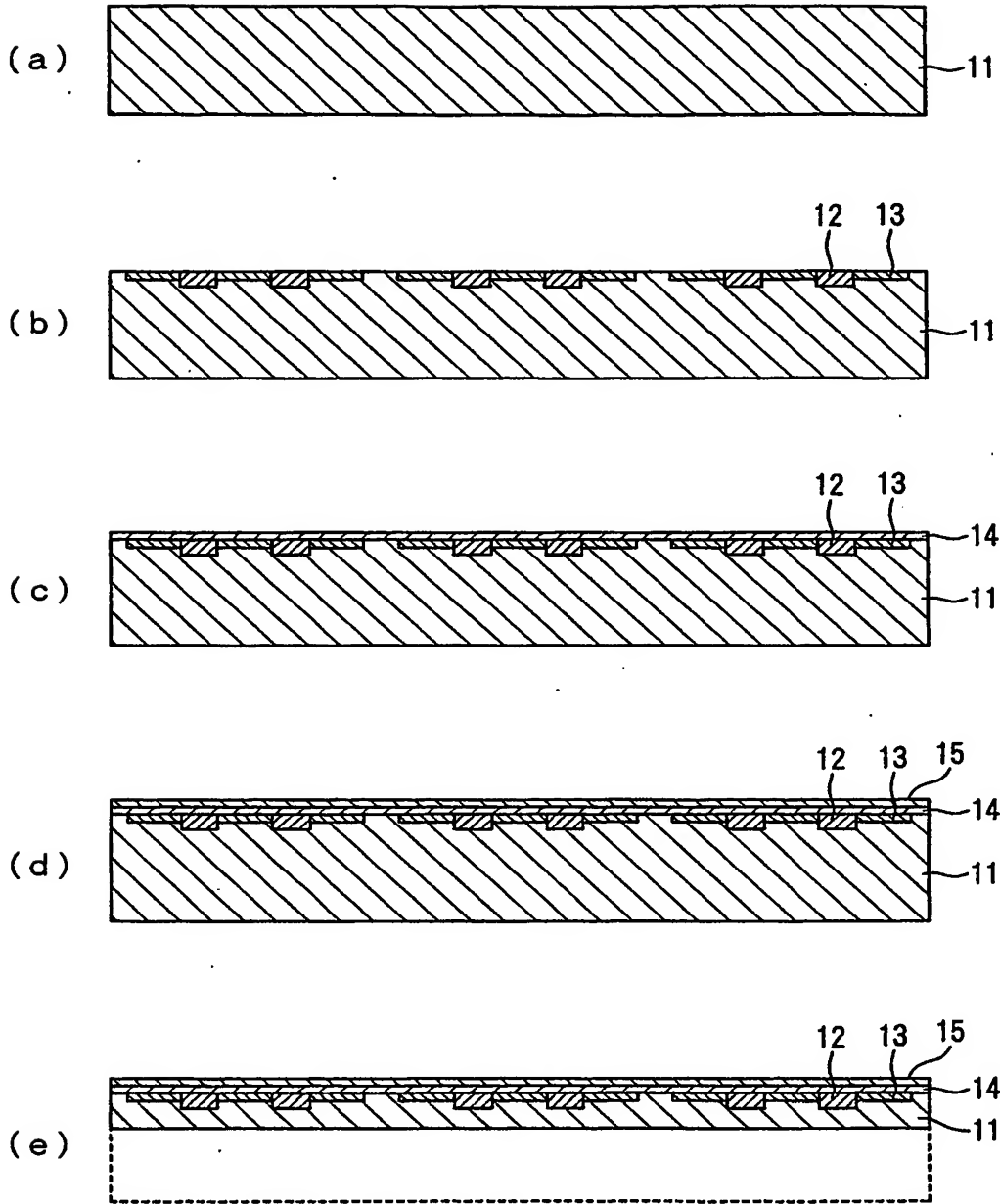
【書類名】

図面

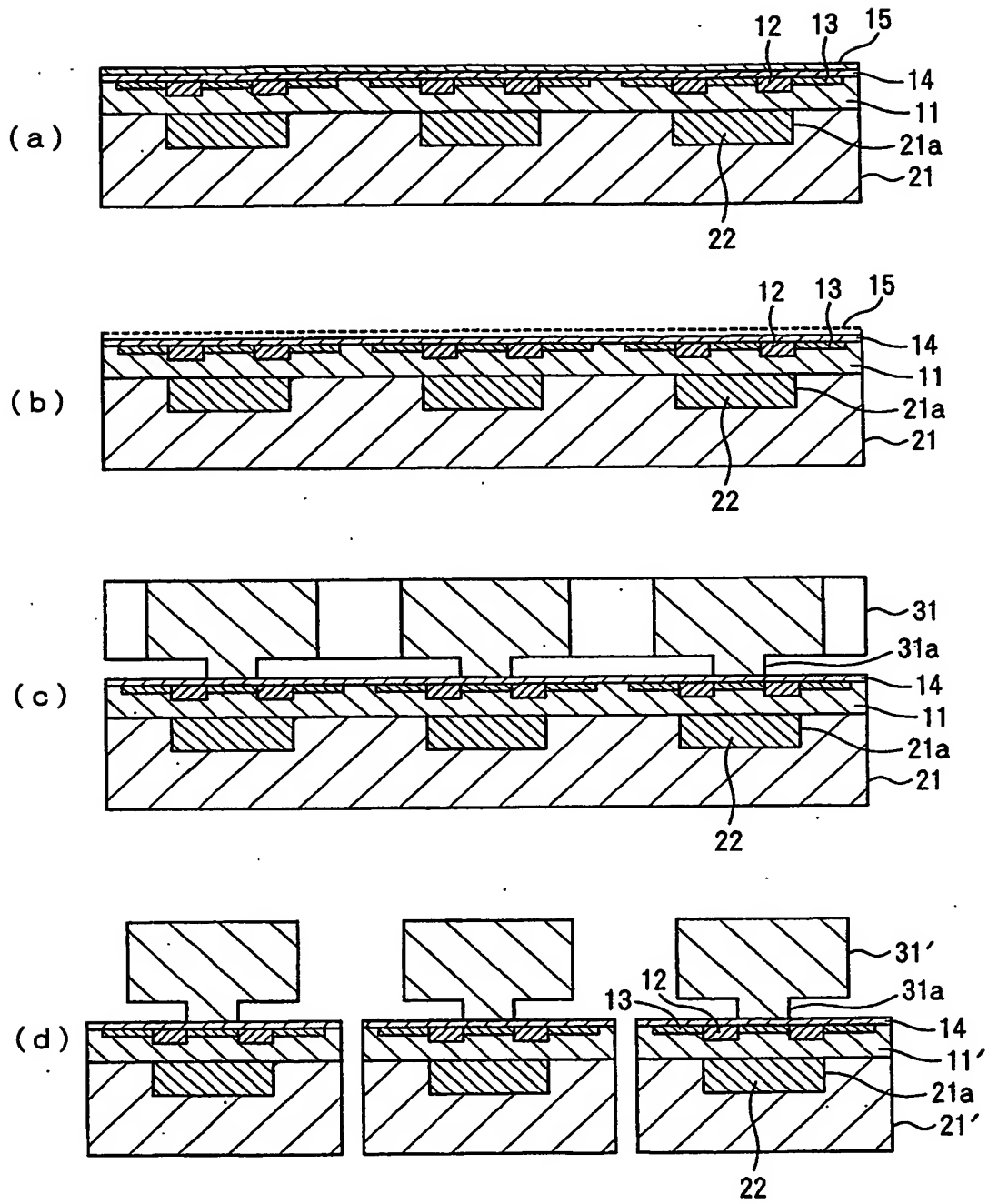
【図 1】



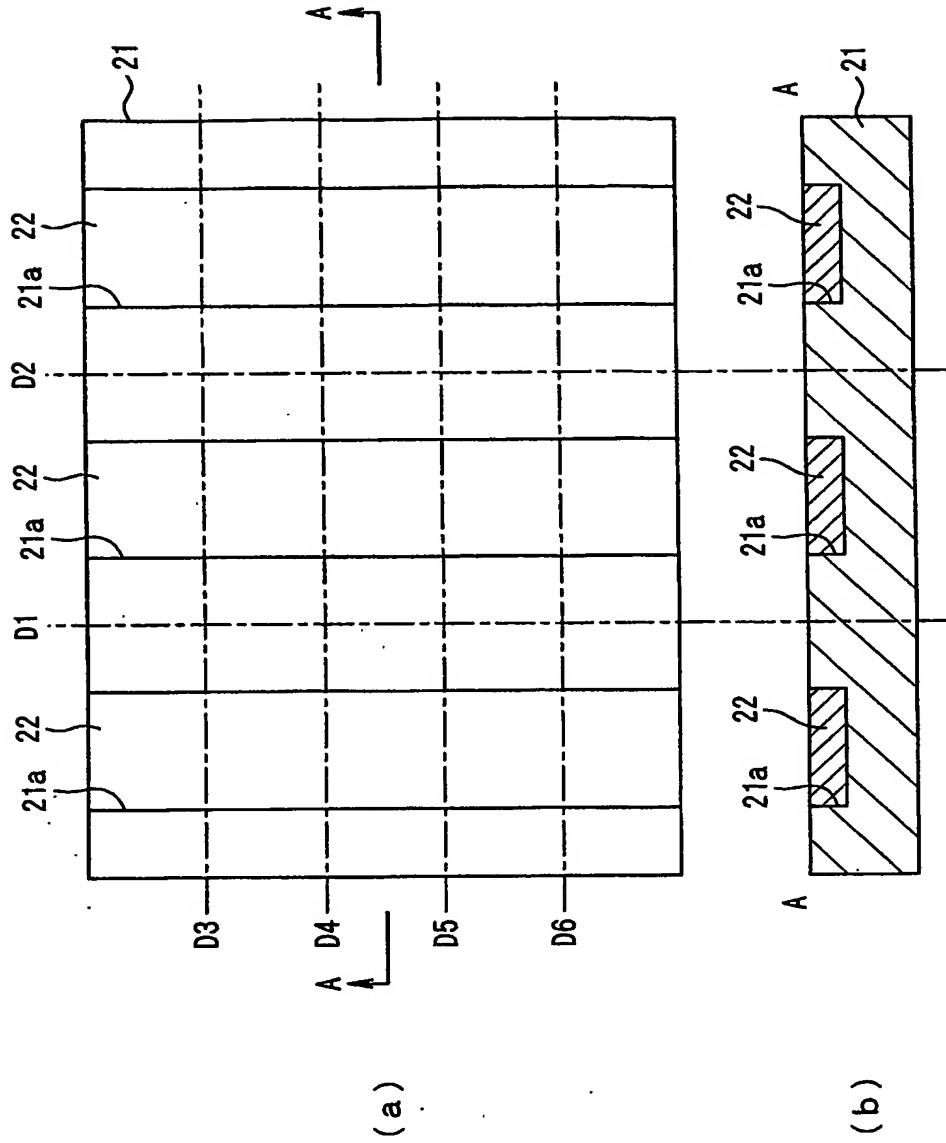
【図2】



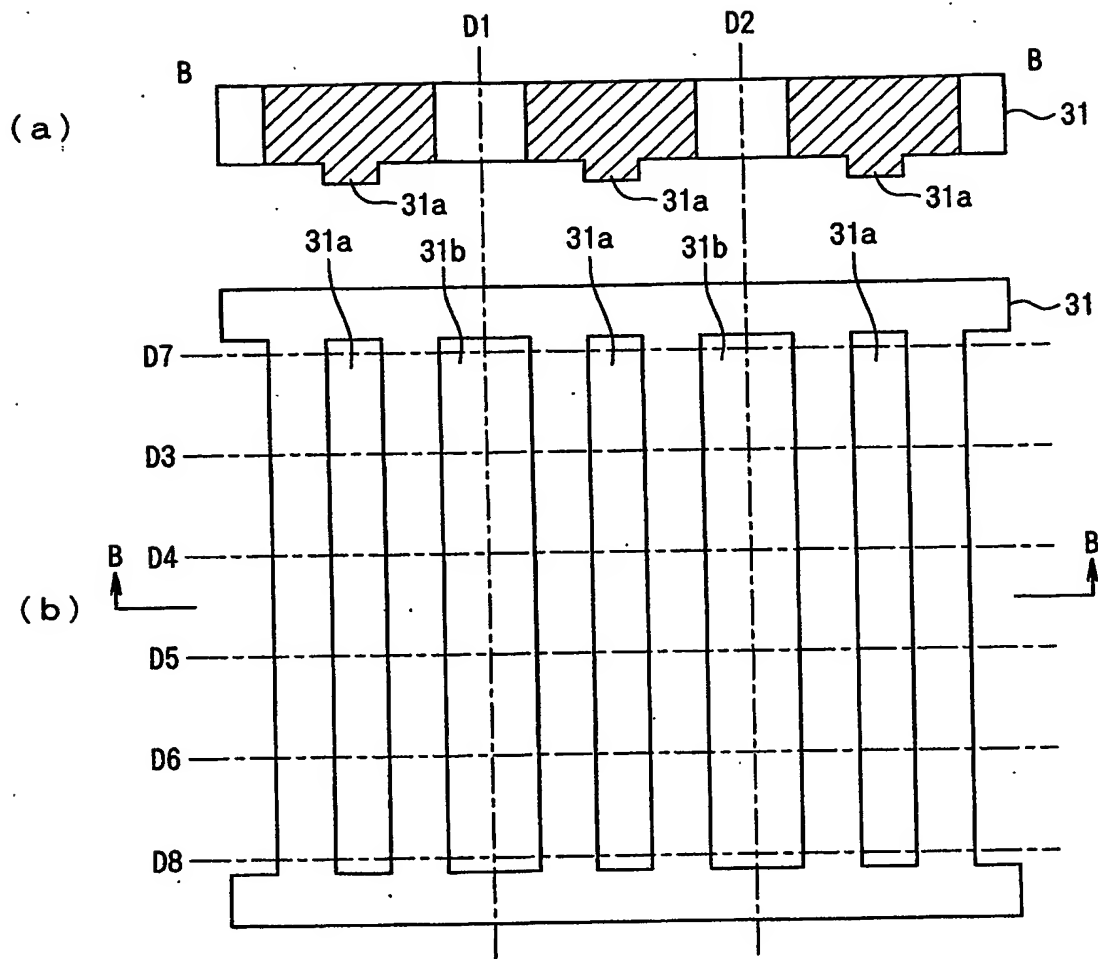
【図 3】



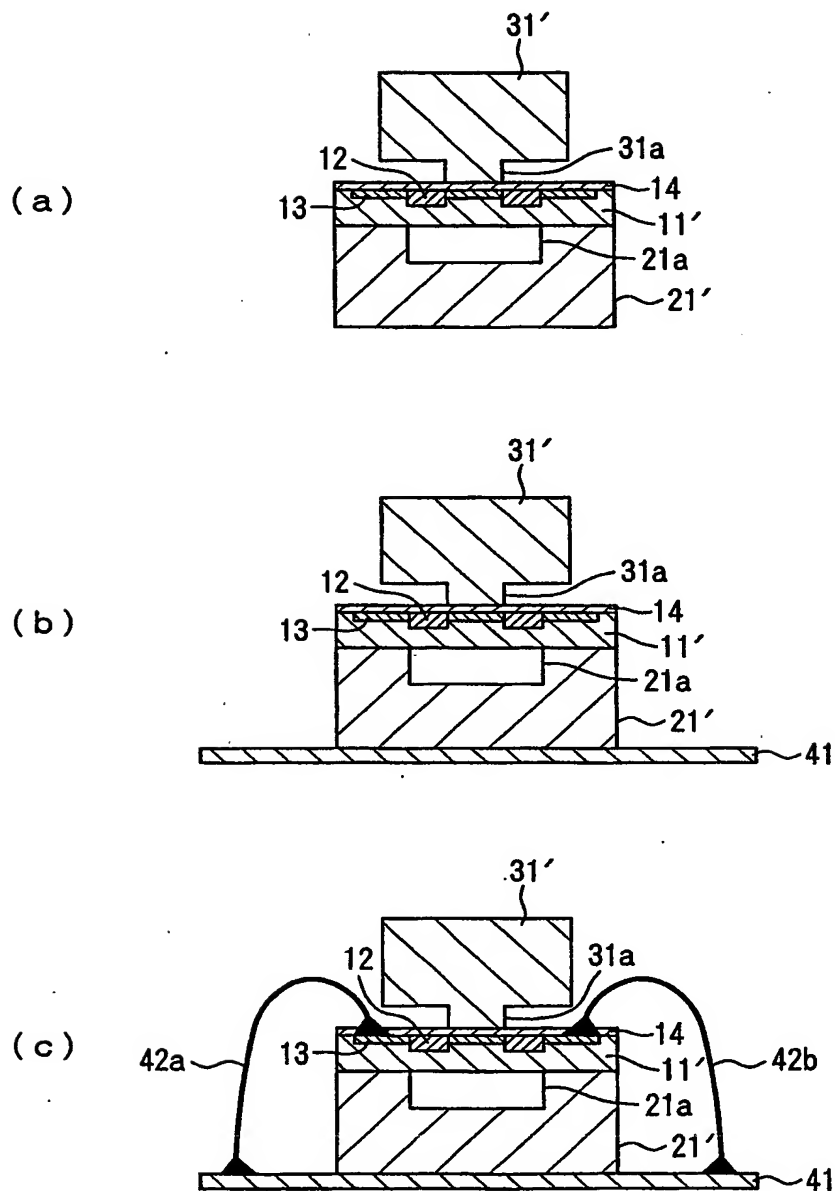
【図 4】



【図 5】

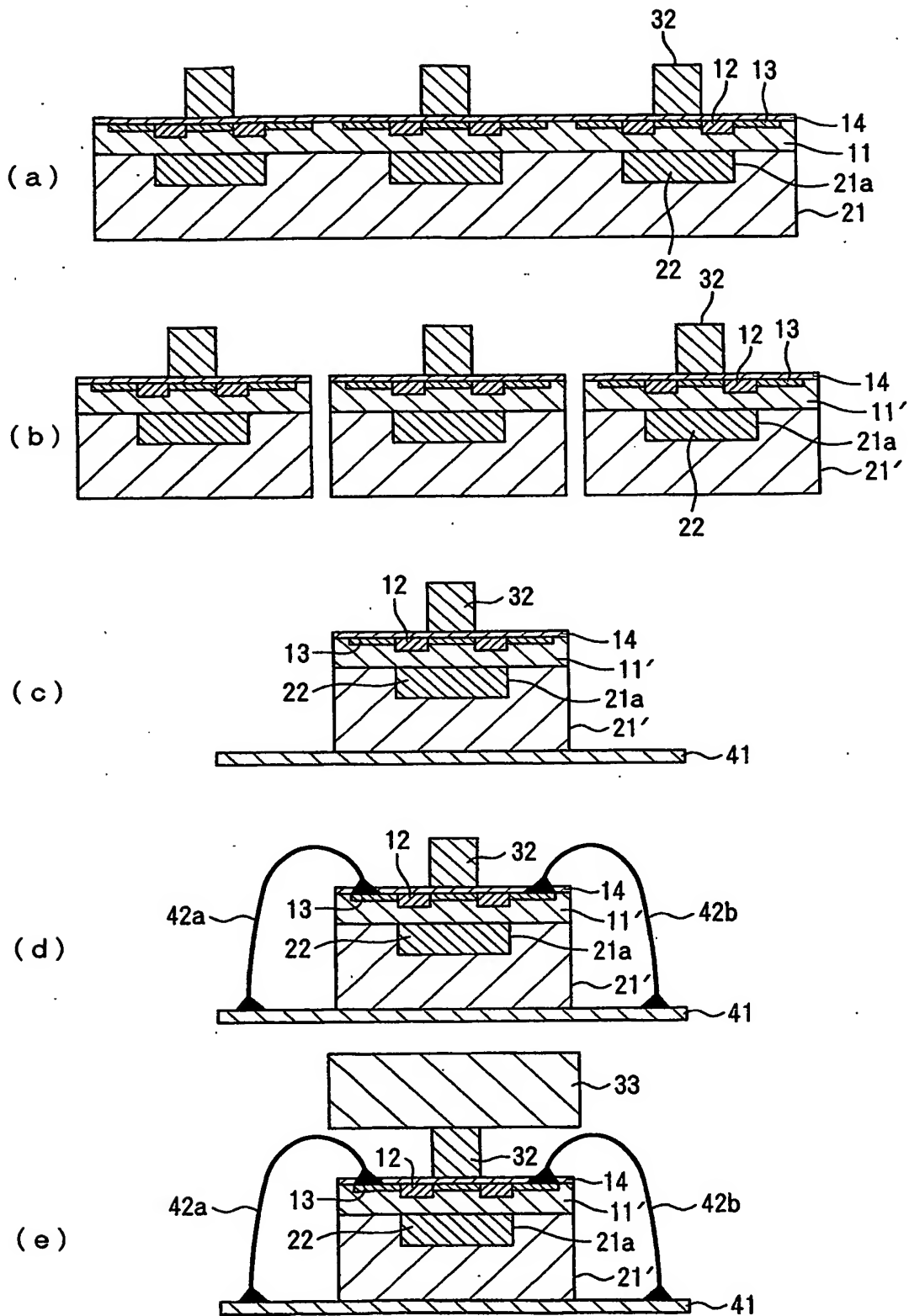


【図 6】

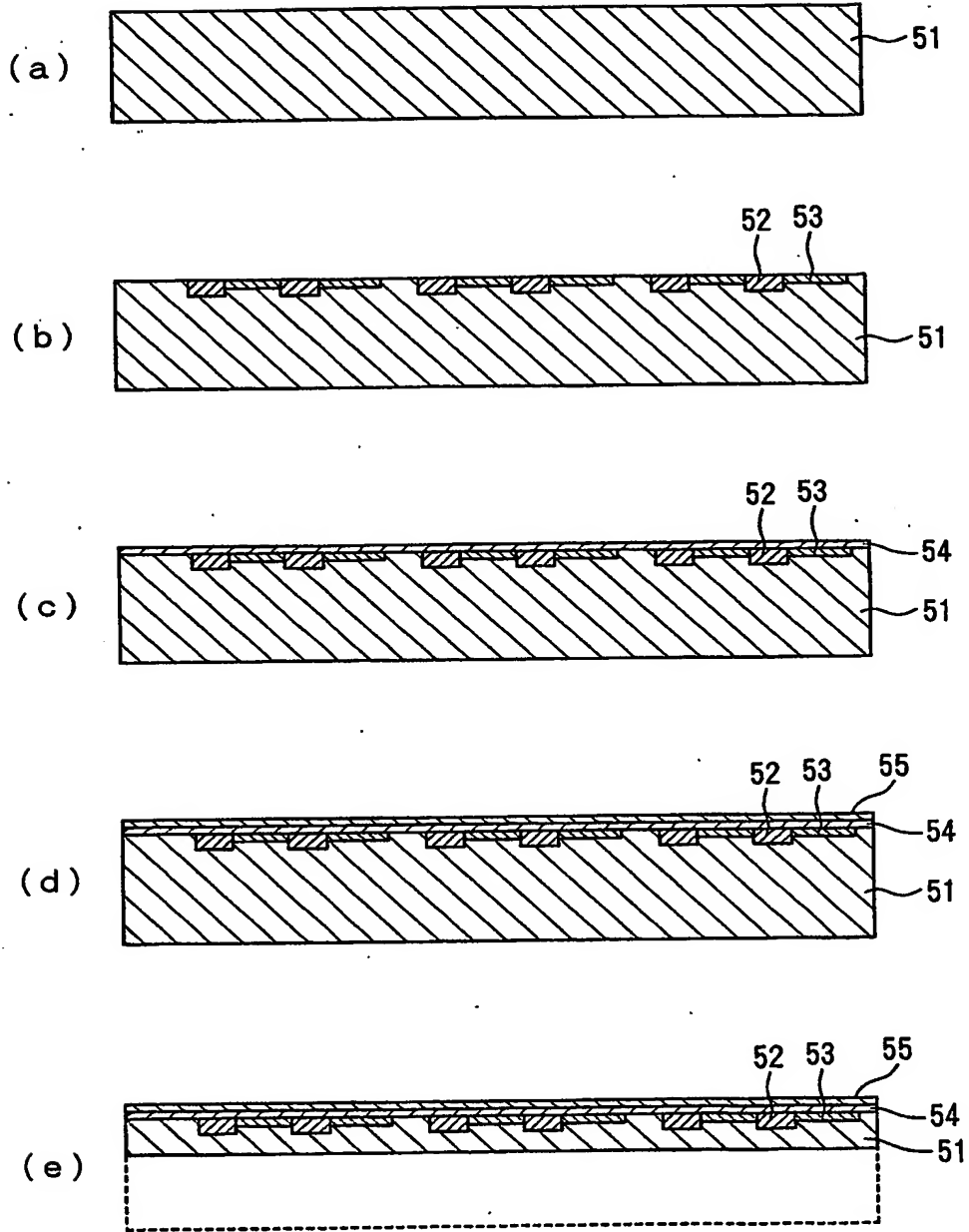




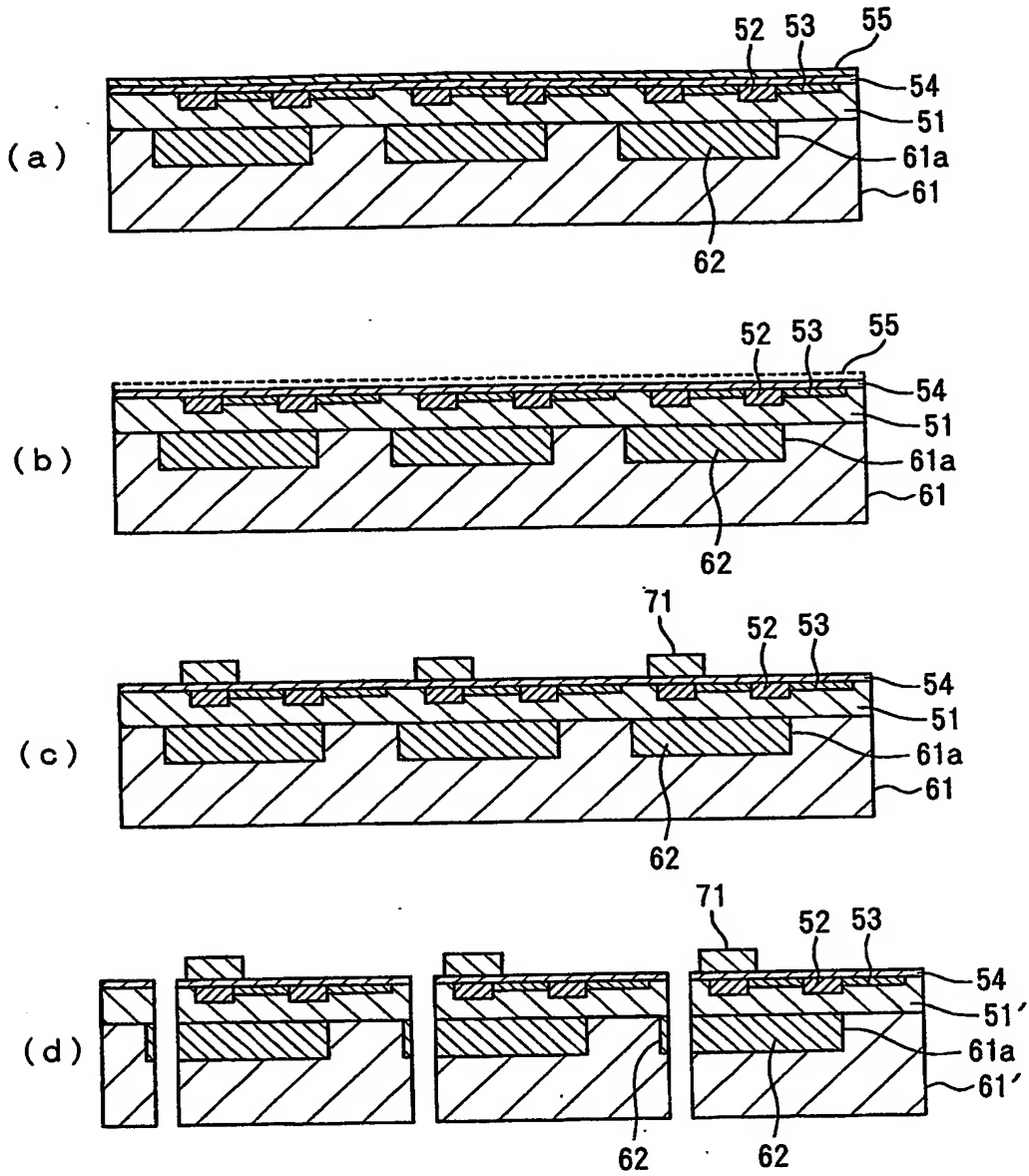
【図7】



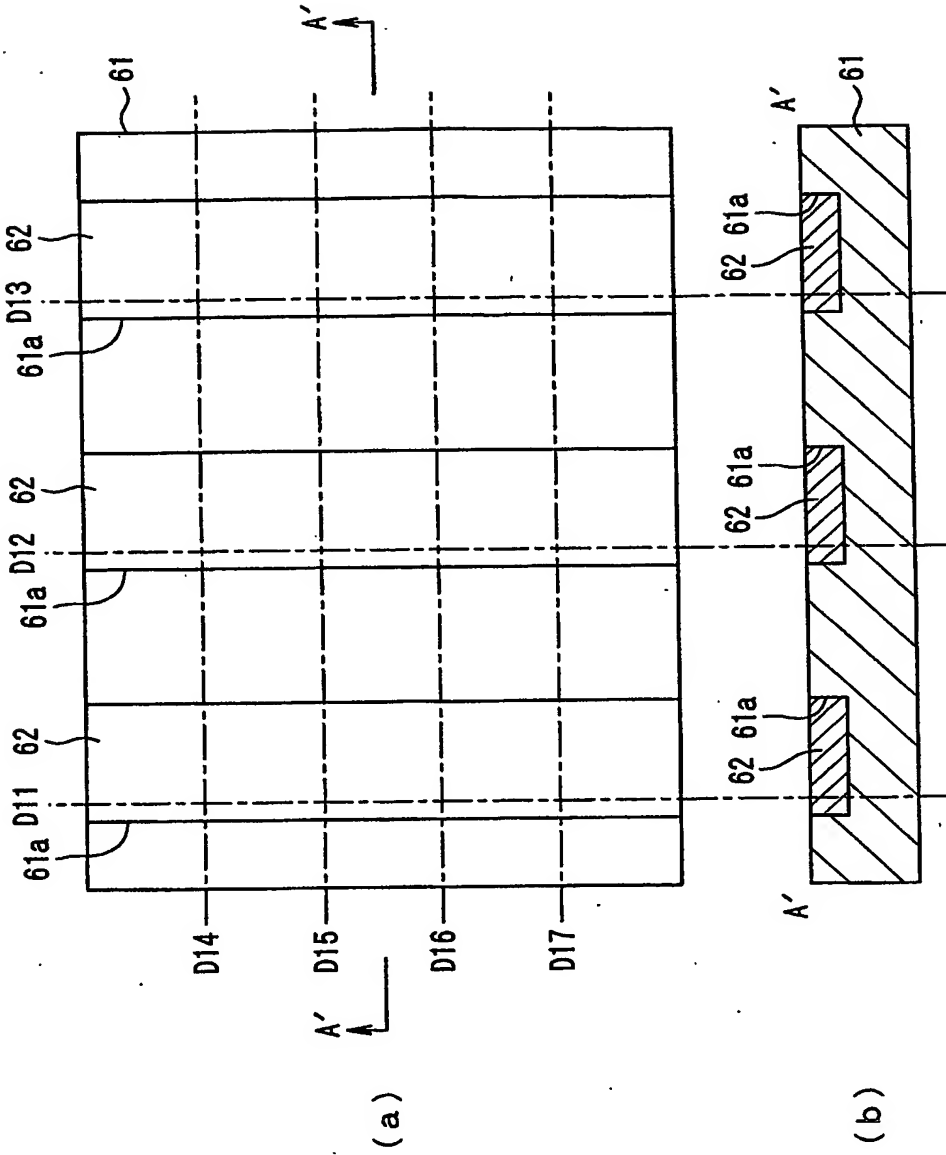
【図 8】



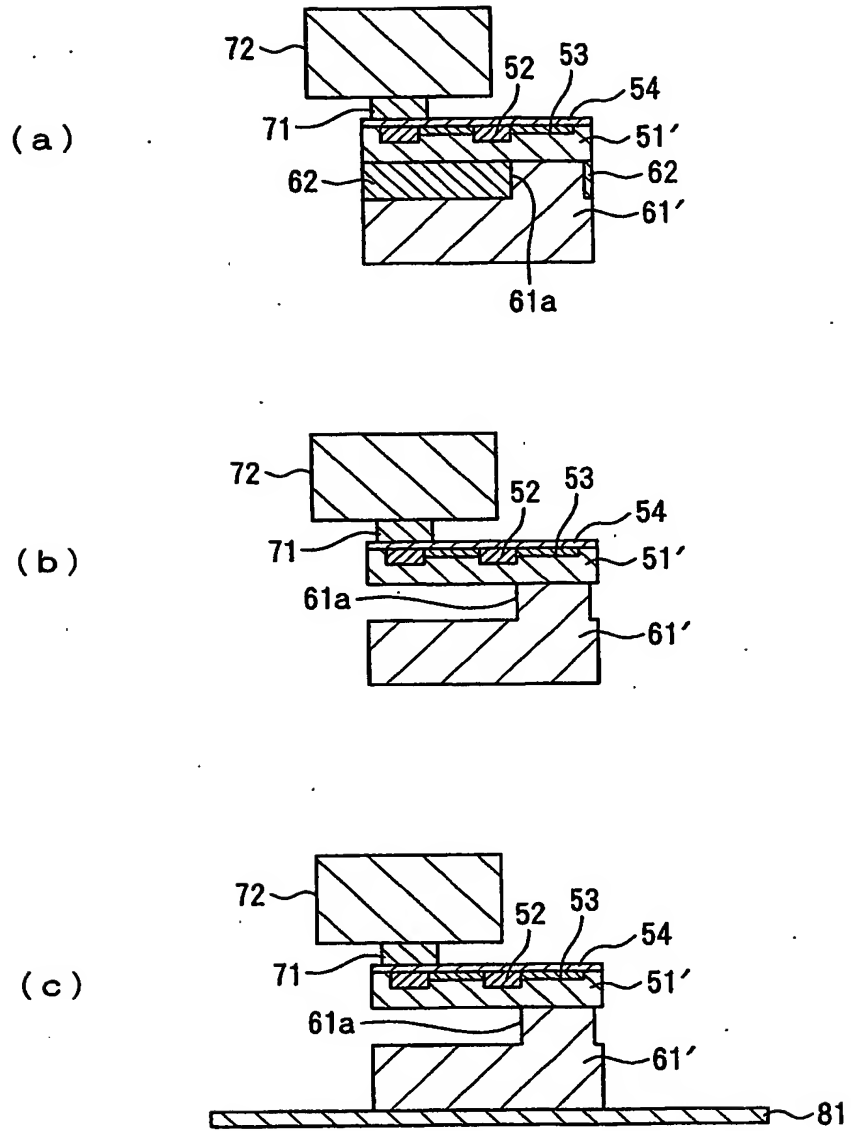
【図9】



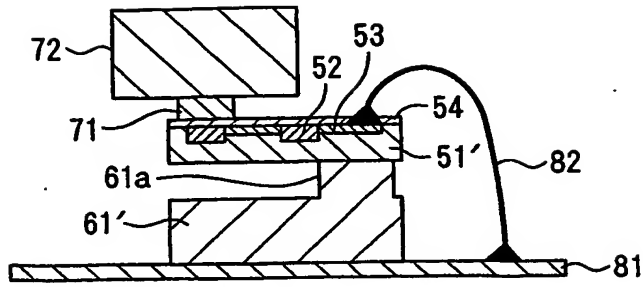
【図 10】



【図 11】

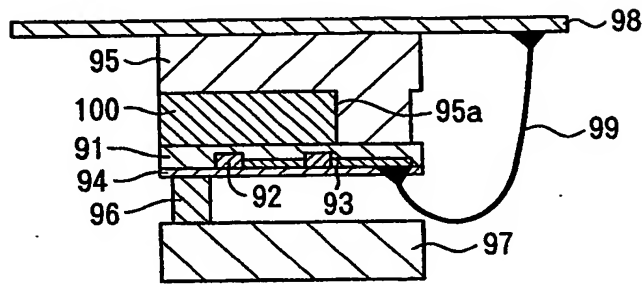


【図 1 2】

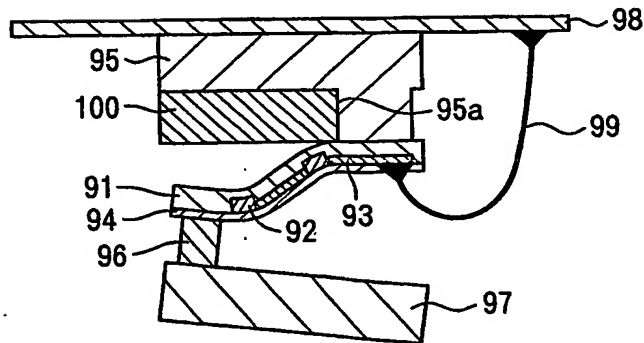


【図 1 3】

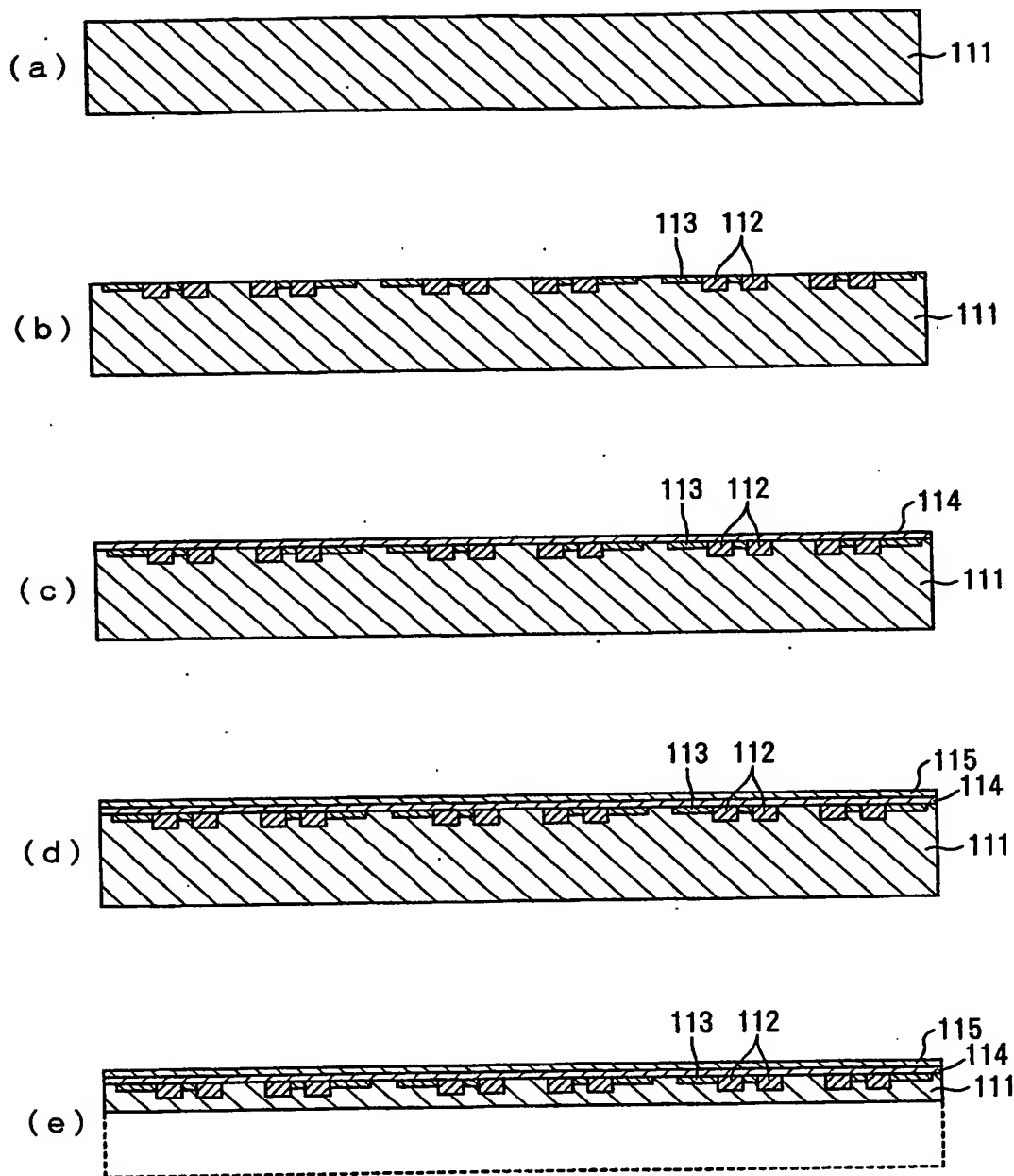
(a)

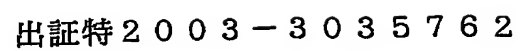


(b)



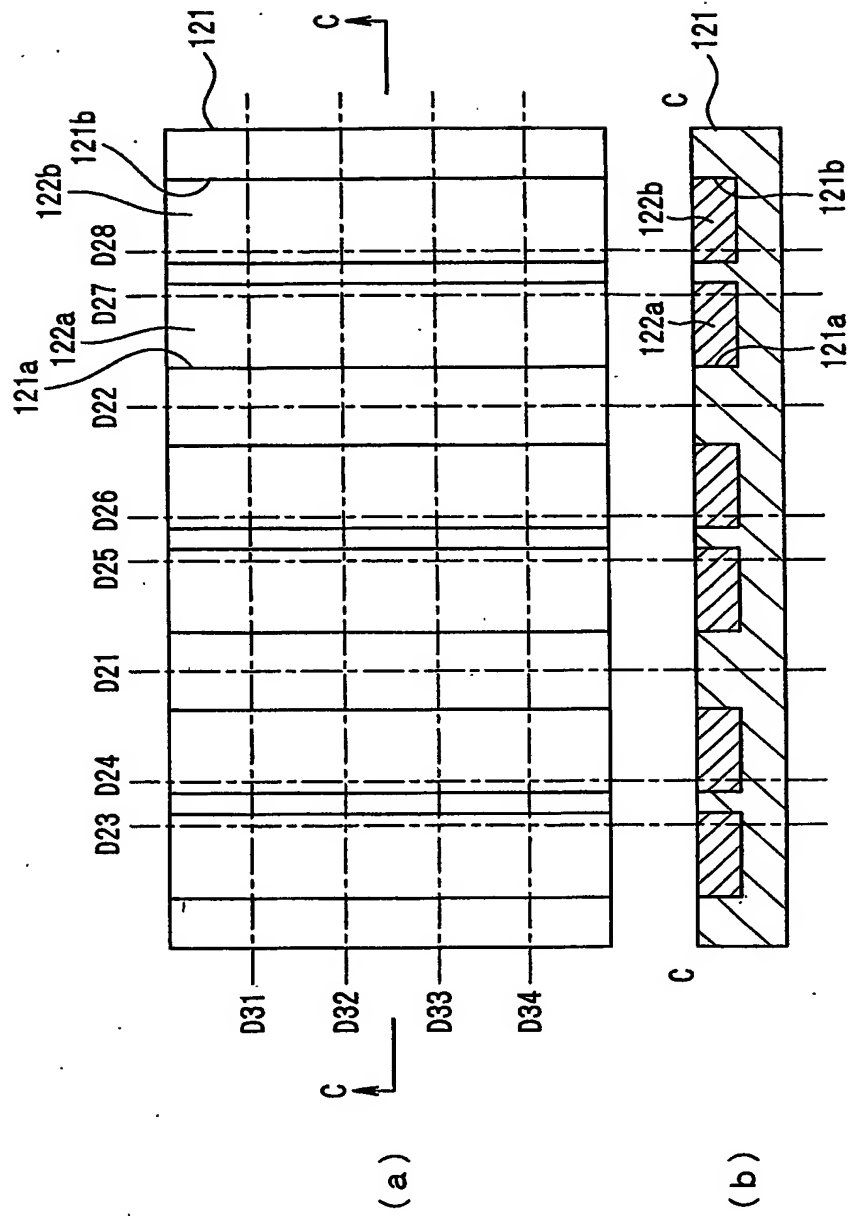
【図 1 4】



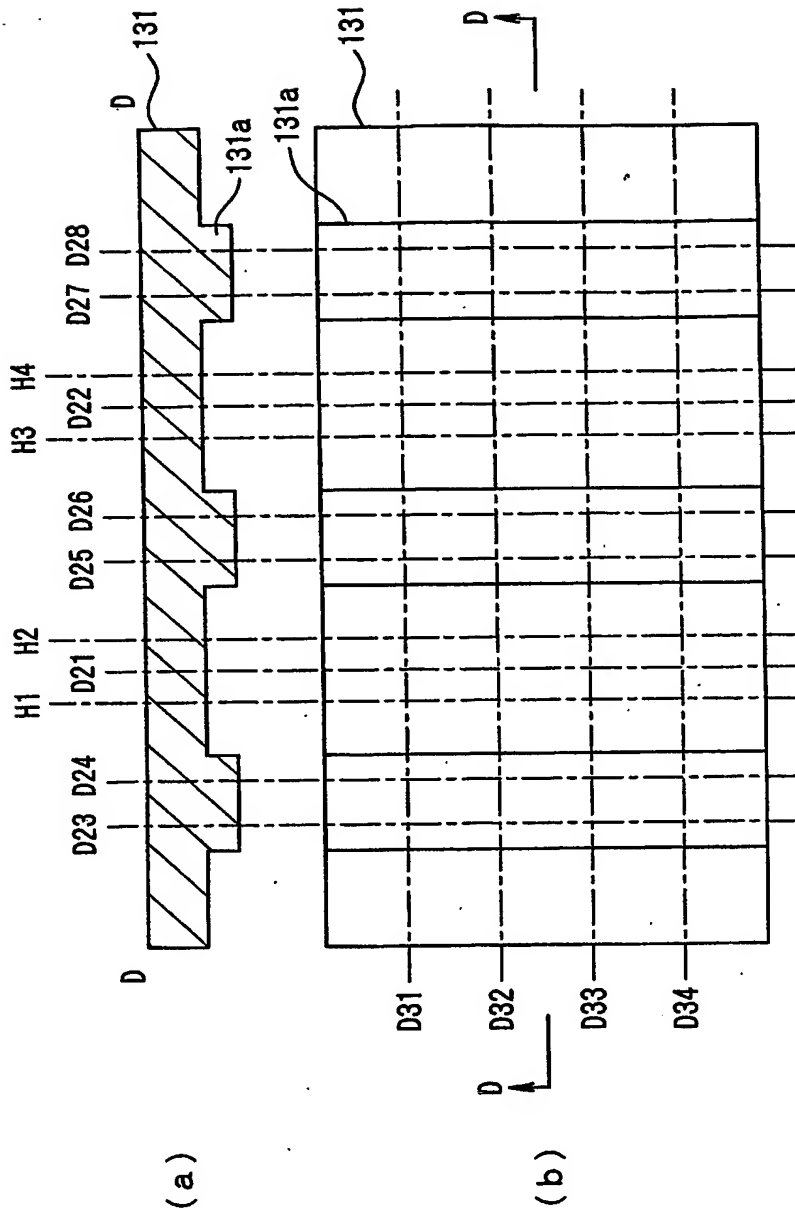




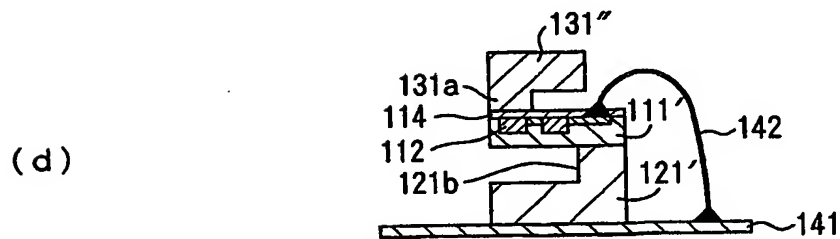
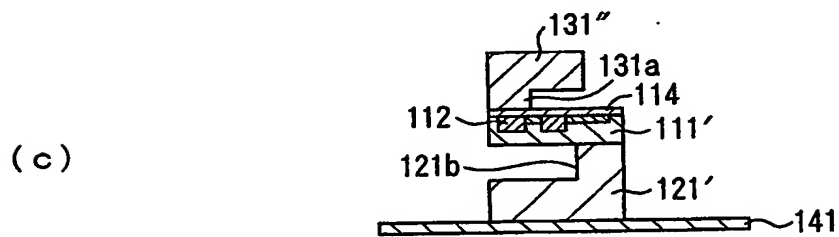
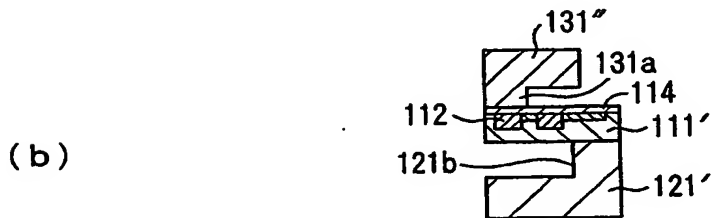
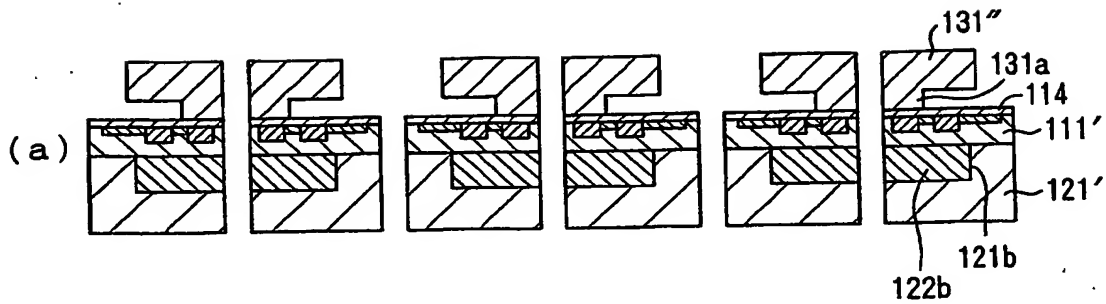
【図16】



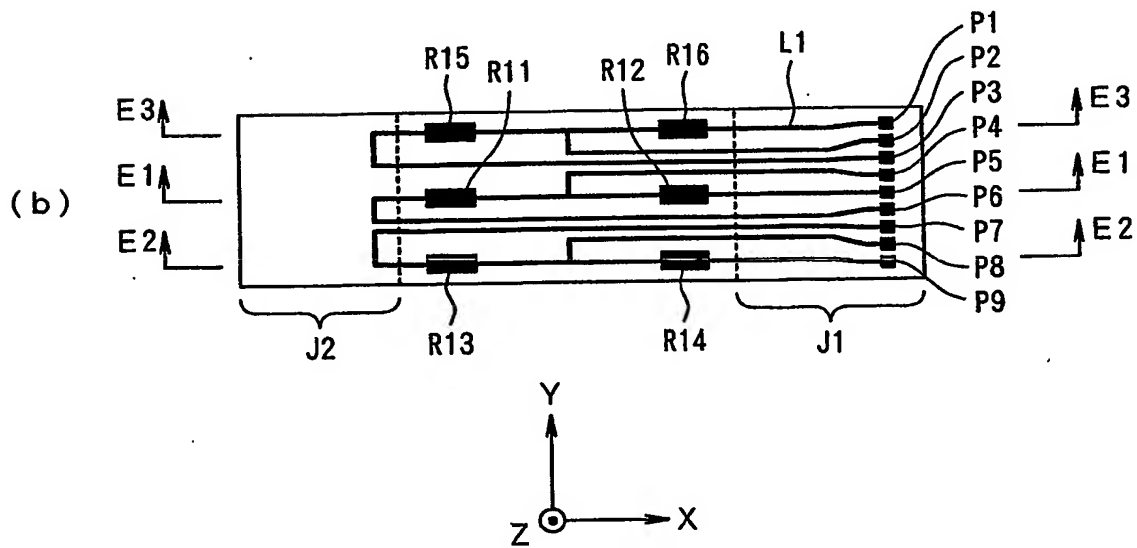
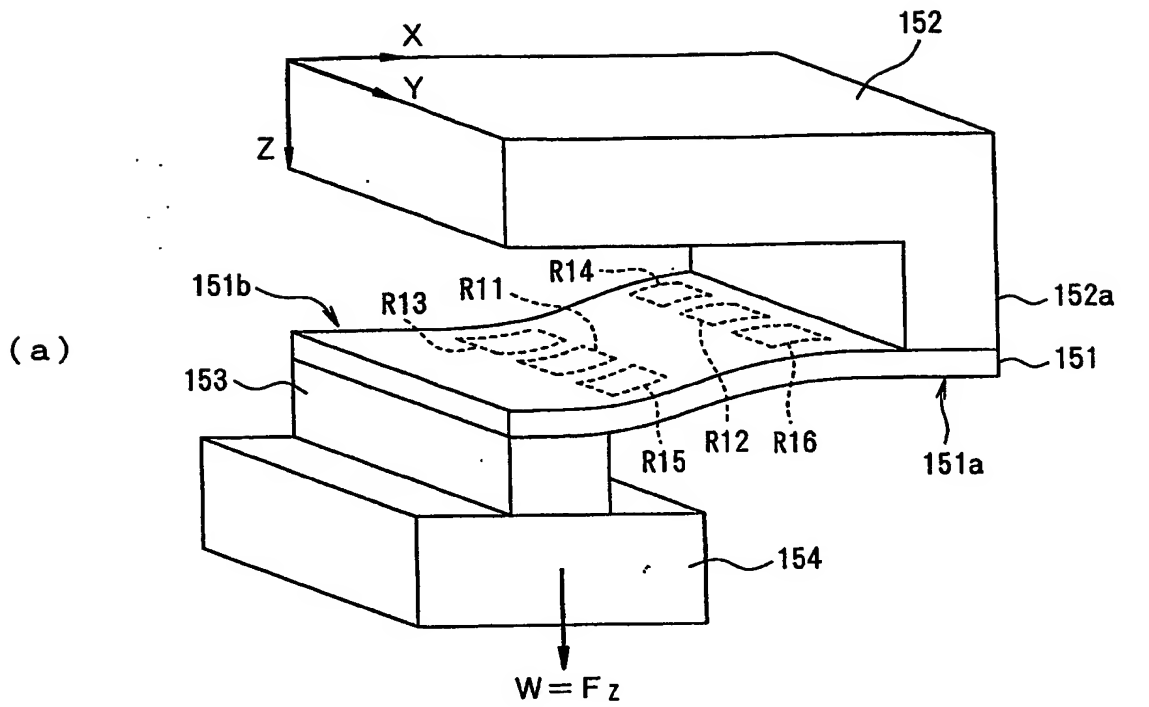
【図 17】



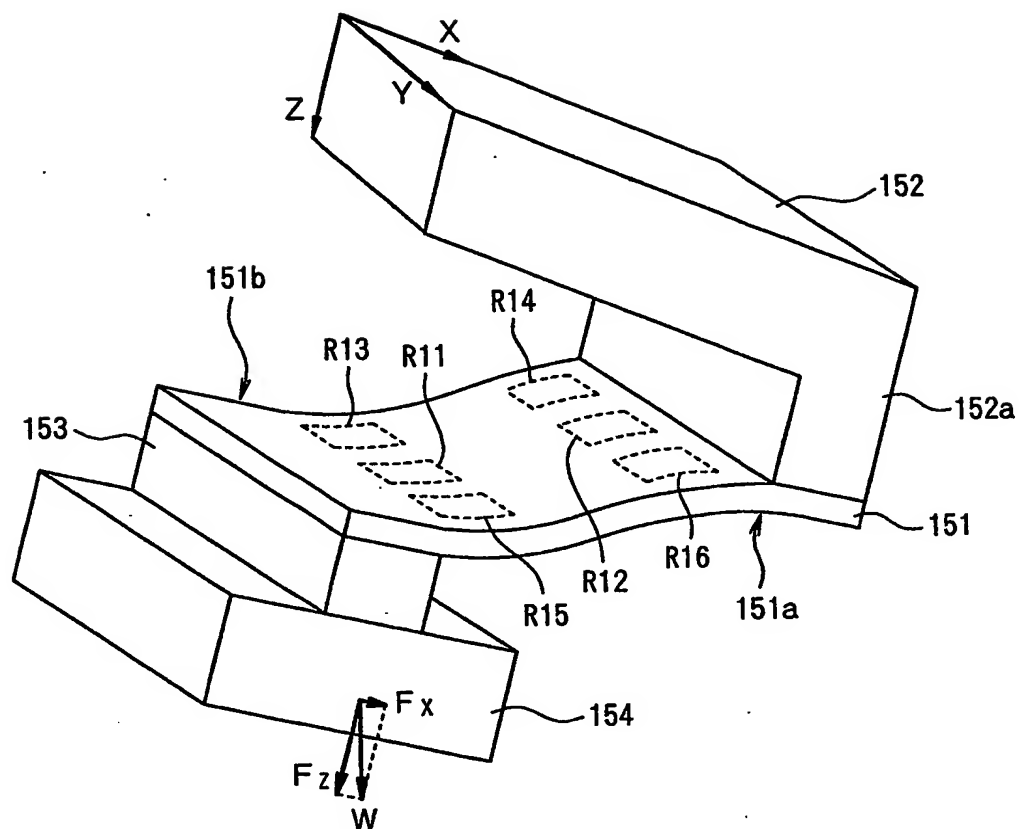
【図 18】



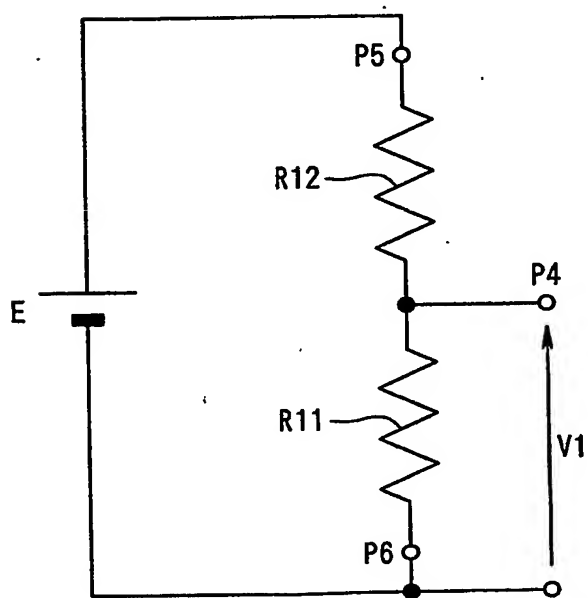
【図19】



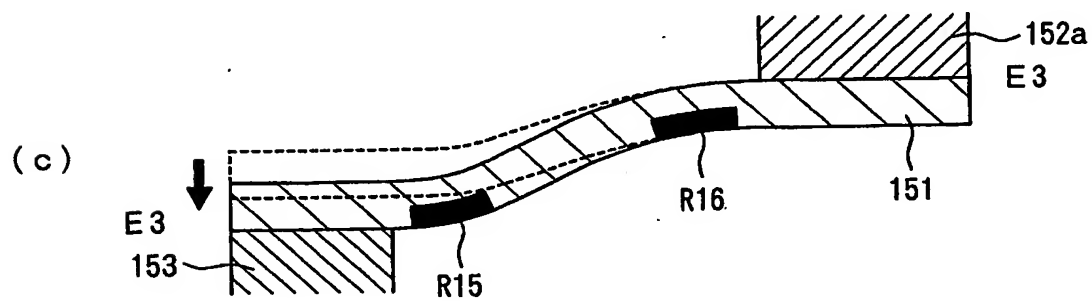
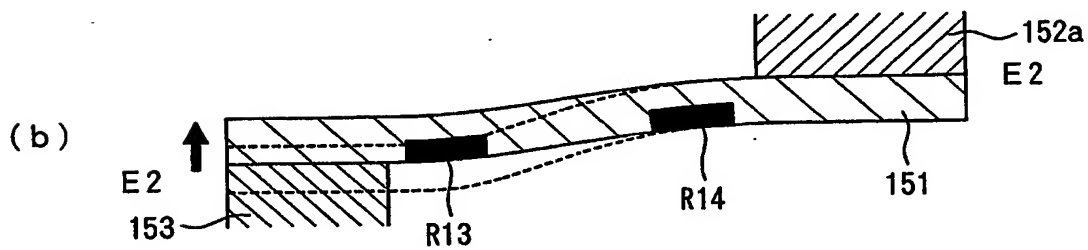
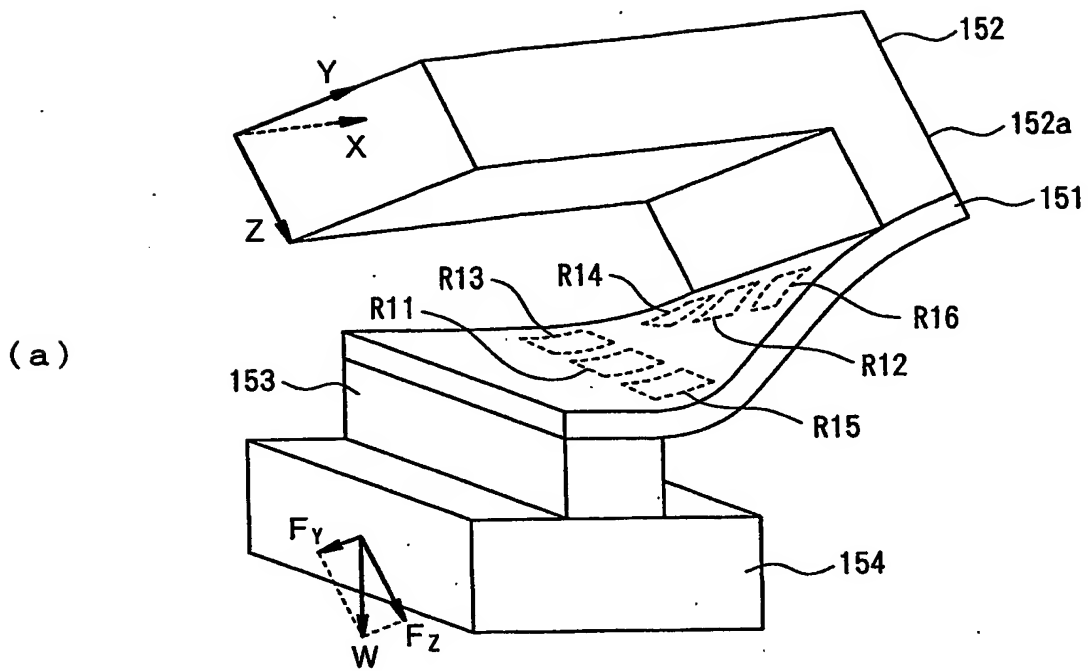
【図 20】



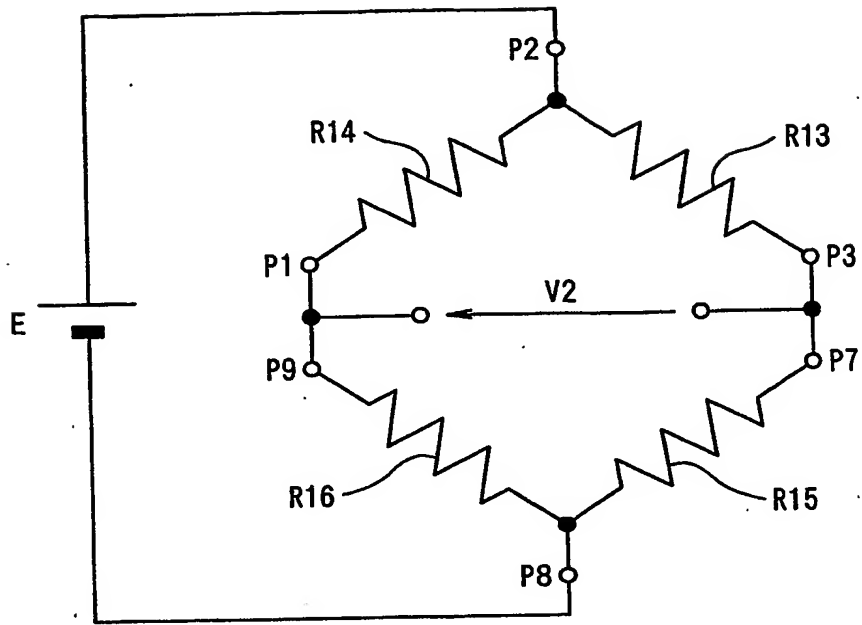
【図 21】



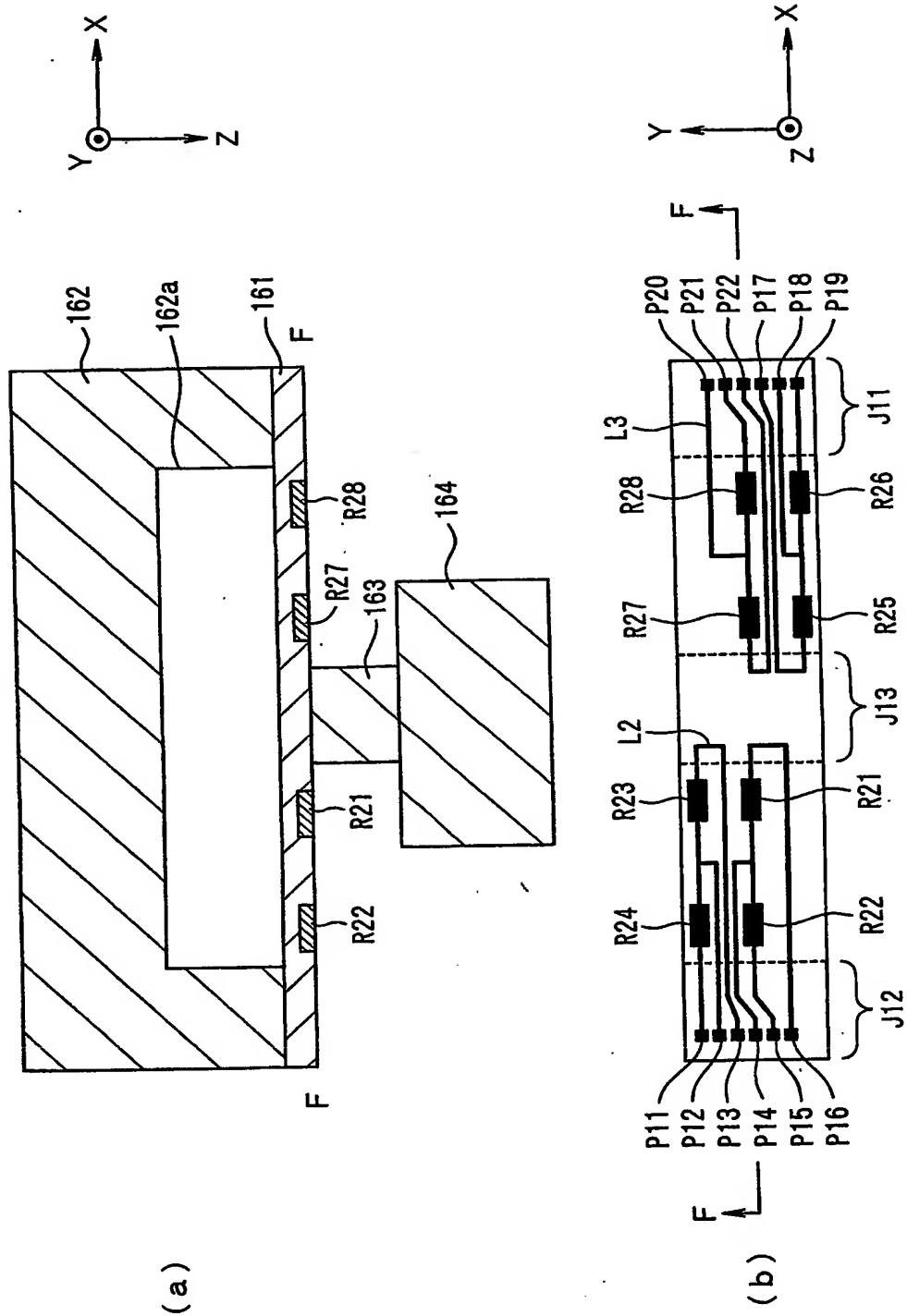
【図 22】



【図 23】

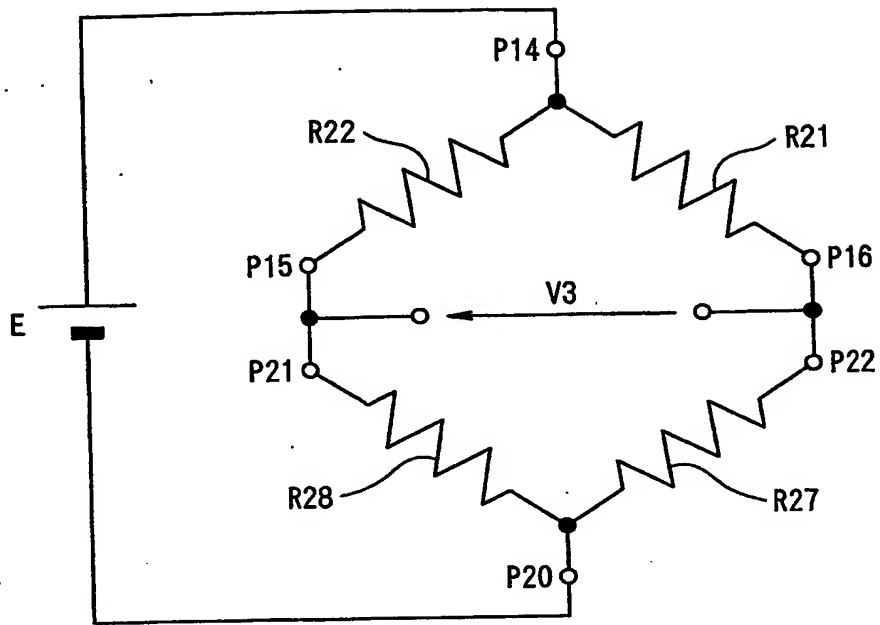


【図 24】

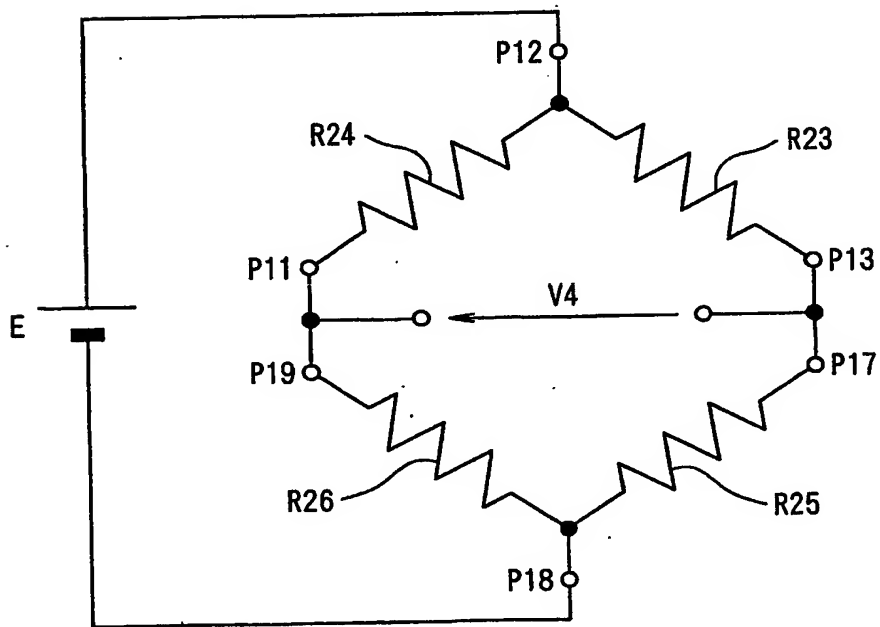




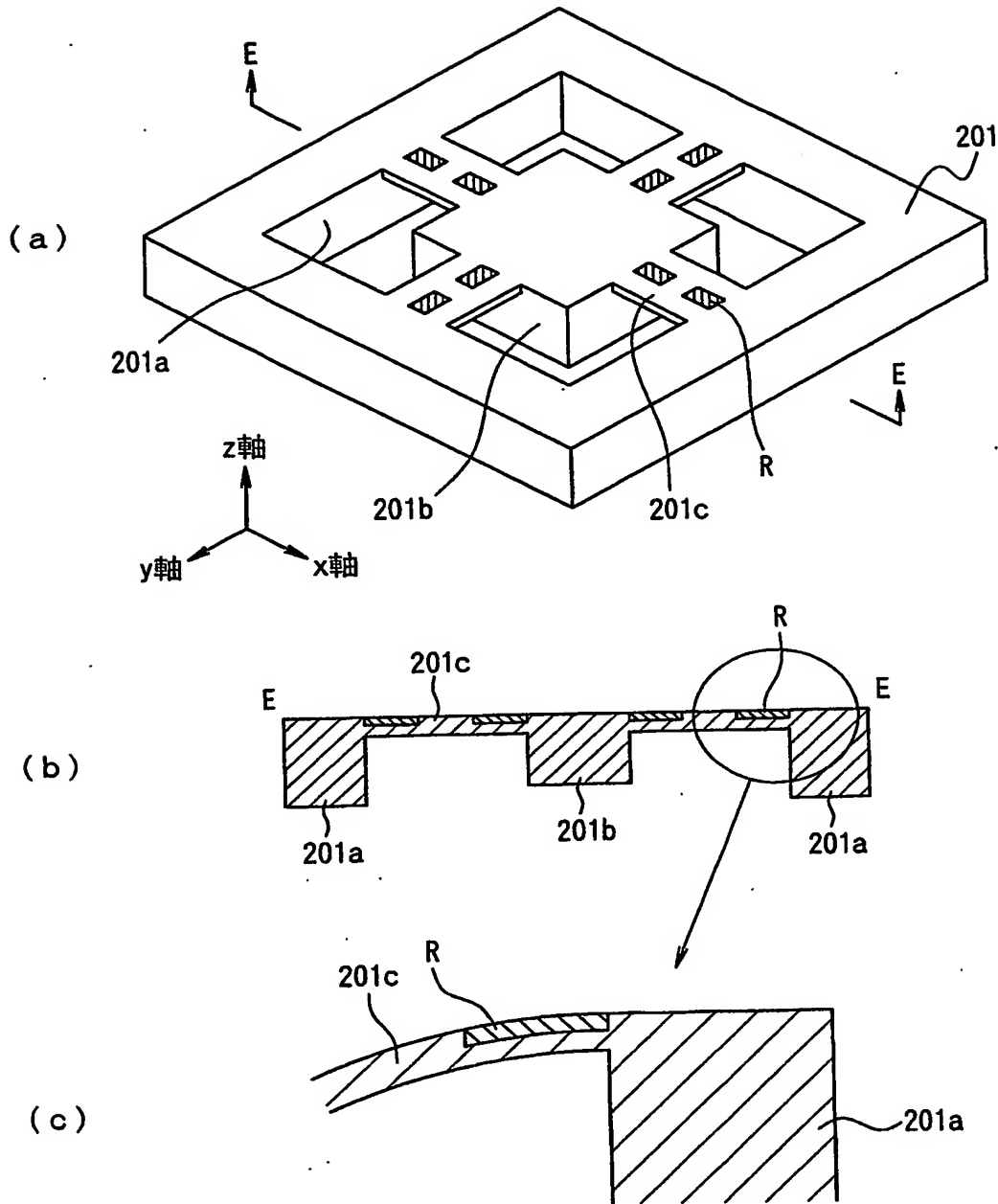
【図 25】



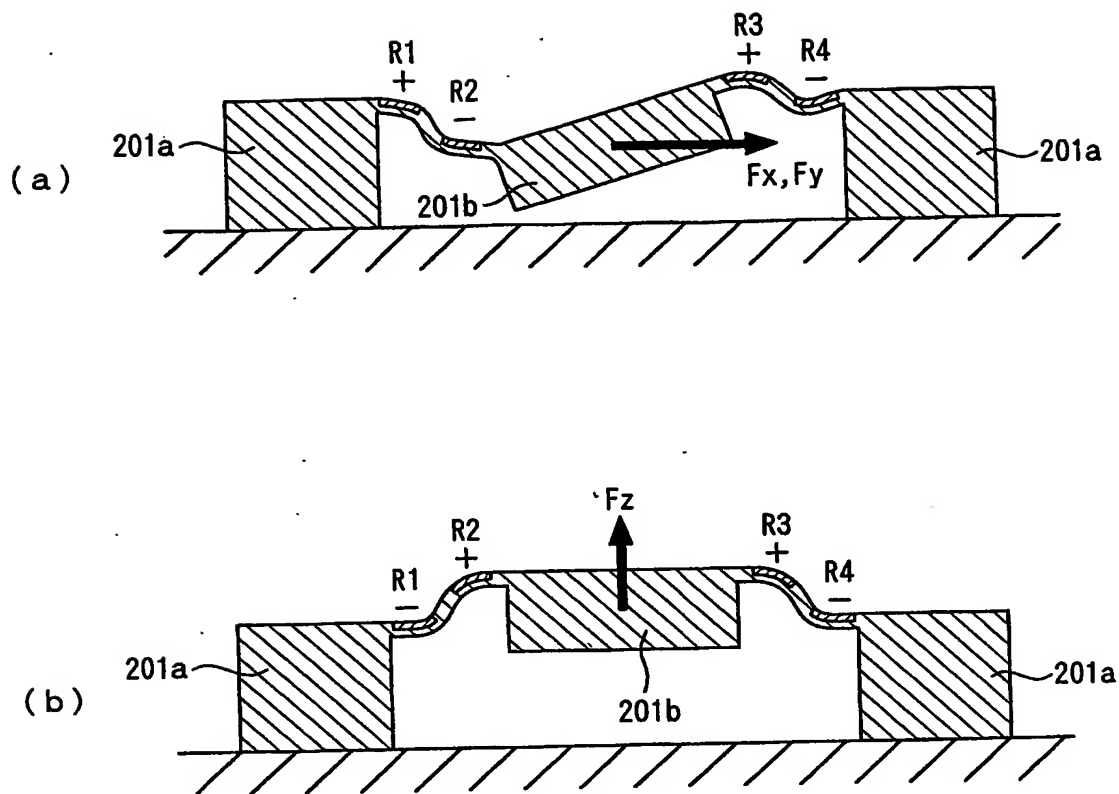
【図 26】



【図 27】



【図 28】



【書類名】

要約書

【要約】

【課題】 ピエゾ抵抗が形成された基板を選択的にエッチングすることなく、ピエゾ効果を利用して傾斜角を測定することが可能な傾斜角センサを提供する。

【解決手段】 ピエゾ抵抗R1～R4が形成されたシリコン基板1の裏面を、撓み可能な厚みまで均一に研削し、支持部材2によりシリコン基板1の両端を支持するとともに、シリコン基板1の中央に凸部3aを介して錘部材3を設ける。

【選択図】

図1

認定・付加情報

特許出願の番号	特願 2002-099855
受付番号	50200473690
書類名	特許願
担当官	第一担当上席 0090
作成日	平成 14 年 4 月 5 日

<認定情報・付加情報>

【特許出願人】

【識別番号】

000000033

【住所又は居所】

大阪府大阪市北区堂島浜 1 丁目 2 番 6 号

【氏名又は名称】

旭化成株式会社

【代理人】

申請人

【識別番号】

100066980

【住所又は居所】

東京都千代田区岩本町 2 丁目 3 番 3 号 友泉岩本  
町ビル 8 階 日栄国際特許事務所

【氏名又は名称】

森 哲也

【選任した代理人】

【識別番号】

100075579

【住所又は居所】

東京都千代田区岩本町 2 丁目 3 番 3 号 友泉岩本  
町ビル 8 階 日栄国際特許事務所

【氏名又は名称】

内藤 嘉昭

【選任した代理人】

【識別番号】

100103850

【住所又は居所】

東京都千代田区岩本町 2 丁目 3 番 3 号 友泉岩本  
町ビル 8 階 日栄国際特許事務所

【氏名又は名称】

崔 秀▲てつ▼

次頁無

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号

[000000033]

1. 変更年月日

2001年 1月 4日

[変更理由]

名称変更

住 所

大阪府大阪市北区堂島浜1丁目2番6号

氏 名

旭化成株式会社